Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 8170844
Centre d'intérêt: 97

Joyal, Louis-R.

Centre d'intérêt amplificateur audio : approche pédagogique par la méthode des centres d'intérêt au secteur professionnel en électrotechnique : document de l'élève / Louis R.-Joyal. -- Trois-Rivières : Université du Québec à Trois-Rivières, 1980.
67 f. en foliotation multiple : ill., graph. ; 28 cm. -- (Publications / PPMEP-UQTR)

Titre de la couv. Secondaire professionnel, électrotechnique, dépanneur d'appareils électrotechniques domestiques (237-500).
Bibliographie: f. 16.

Cote Dewey: 621.3'0712'714/J88c Cote LC: TK/177/.Q3

Descripteur(s): *Techniques physiques *Matériel didactique *Guide de l'étudiant *Secondaire (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Electrotechnique 237-500 *Enseignement intégré *Centre d'intérêt

---

Matériel didactique destiné aux élèves en électrotechnique du secondaire suivant le profil 237-500, "dépanneur d'appareils électroniques domestiques II", selon l'approche par centre d'intérêt. Cette approche consiste en un enseignement où les activités d'apprentissage sont programmées à partir d'un sujet d'étude représenté par un projet concret. Ce dernier est retenu en fonction de son intérêt pour l'apprenant et en relation avec les exigences des milieux professionnels. Il s'agit d'un enseignement intégré utilisant les contenus des modules comme des outils par rapport à un thème précis en rapport avec le profil visé.

Le document de l'élève traite de l'objet technique lui-même: l'amplificateur de puissance. Il présente les diverses étapes de sa réalisation, depuis le cahier des charges jusqu'à la vérification finale. Des annexes portent sur les circuits imprimés et sur les caractéristiques techniques des composants utilisés.

Type de document: d
Notice(s) connexe(s): 8170843
Financement: Bénéficiaire - Université du Québec à Trois-Rivières
Organisme(s) source(s) - MEQ - DGES
Programme(s) de subvention - PPMEP
Auteur de l'analyse: ar

E D U Q 8170844

APPROCHE PEDAGOGIQUE PAR LA METHODE DES CENTRES D'INTERET AU SECTEUR PROFESSIONNEL EN ELECTROTECHNIQUE

LOUIS R. JOYAL

CENTRE D'INTERET

AMPLIFICATEUR AUDIO

Document de l'élève
Novembre 1980

Publications PPMEP-UQTR

E D U Q 8170844

CENTRE D'INTERET

AMPLIFICATEUR AUDIO

Niveau : Secondaire professionnel

Spécialité: Electrotechnique

Profil : Dépanneur d'appareils électroniques domestiques (237.500)

Cette recherche a été réalisée grâce à une subvention du ministère de l'Education du Québec au programme de perfectionnement des maîtres de l'enseignement professionnel (PPMEP) de l'Université du Québec à Trois-Rivières.

Novembre 1980

Document de l'élève

INFORMATION PRELIMINAIRE

En octobre 1979, la Direction générale de l'enseignement supérieur du ministère de l'Education du Québec autorisait le projet de recherche intitulé "Approche pédagogique par la méthode des centres d'intérêt au niveau secondaire professionnel en électrotechnique".

La première phase du projet prévoyait l'analyse des programmes et des enseignements tels que dispensés au niveau secondaire en électrotechnique. Cette analyse avait pour but d'en arriver à définir l'approche pédagogique d'un enseignement, à partir d'un centre d'intérêt (C.I.).

Après différents essais de définition de cette approche pédagogique, l'équipe de recherche a retenu la suivante: "l'approche pédagogique par centre d'intérêt est un enseignement où les activités d'apprentissage sont programmées, à partir d'un sujet d'étude représenté par un projet concret retenu en fonction de son intérêt pour celui-qui-apprend et en relation avec les exigences des milieux industriels, afin que les capacités à acquérir telles les informations, habiletés intellectuelles ou motrices, attitudes et habitudes expérimentales soient désirées, parce qu'elles sont celles exigées par la profession".

La deuxième phase de ce projet consistait à identifier des modules possédant une programmation favorable à l'expérimentation d'un centre d'intérêt. Cette démarche a permis de choisir d'expérimenter cette approche pédagogique au niveau secondaire V avec le profil "dépanneur électronique II".

La troisième phase visait à établir des contacts avec plusieurs établissements de niveau secondaire de la région 04 et choisir l'endroit le plus favorable au développement d'un tel projet. La polyvalente des Chutes de Shawinigan fut notre choix.

La quatrième phase visait à développer des centres d'intérêt avec guides pédagogiques après l'analyse de différents objets techniques. Nous avons choisi l'amplificateur de puissance de 10 watts. Nous avons, dans un premier temps, expérimenté l'objet technique (amplificateur) et bâti la maquette didactique.

Deux documents pédagogiques importants accompagnent ce centre d'intérêt. Le document I appartient au professeur.

Le document II appartient à l'élève. Ce document technique traite de l'objet technique, c'est-à-dire de l'amplificateur de puissance. Nous retrouvons dans ce document toutes les étapes de réalisation, en débutant par le cahier des charges de l'objet jusqu'à l'étape de la vérification finale. De plus, on y retrouve en annexes, les techniques des

circuits imprimés, des méthodes de fabrication des circuits imprimés en série et les caractéristiques techniques des composants utilisés.

Ce document fait donc partie de l'ensemble pédagogique du centre d'intérêt dont l'objet technique est un amplificateur de puissance. Cet ensemble est composé, outre du guide pédagogique destiné à l'élève, de la maquette et du guide pédagogique destiné au professeur.

AMPLIFICATEUR

DE

PUISSANCE

TABLE DES MATIERES

CAHIER DES CHARGES 2

SCHEMA DE REALISATION 3

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS 5

SYNOPTIQUE 6

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT 7

LISTE DE MATERIEL 10

IMPLANTATION DES COMPOSANTS 13

CIRCUIT IMPRIME 14

CHRONOLOGIE DE CABLAGE 15

SUPPORT POTENTIOMETRES 17

SUPPORT TRANSISTORS 18

BOITIER DEVELOPPEMENT 19

BOITIER 20

DEPANNAGE 21

OSCILLOGRAMME 23

- ANNEXE I: Techniques des circuits imprimés

- ANNEXE II: Méthodes de fabrication de circuits imprimés en série

- ANNEXE III: Caractéristiques techniques

CAHIER DES CHARGES

DESCRIPTION

C'est un amplificateur de puissance destiné à relever le niveau sonore de la retransmission dans l'automobile. Cet amplificateur comporte: deux circuits intégrés servant d'amplificateur de tension dont l'un agit comme inverseur, deux transistors de polorisation et quatre transistors montés en pont constituant l'étage de puissance.

Cet amplificateur est monté dans un coffret métallique facilement adaptable à un poste auto-radio.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Puissance nominale de sortie (charge 4Ω, distortion nominale)	10 W
Puissance nominale de sortie (charge 8Ω, distortion nominale)	6 W
Distortion nominale	1 %
Sensibilité à la puissance nominale de sortie	50 mV
Gain en tension	38 dB
Bruit et ronflement (entrée ouverte)	80 dB
Réponse en fréquence	35 Hz à 50 Khz

N.B.: Les caractéristiques de cet amplificateur ont été prises dans les conditions suivantes:

Tension d'alimentation	14.4 V
Température de la pièce	25° C
Fréquence	1 Khz

AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE

SCHEMA DE REALISATION

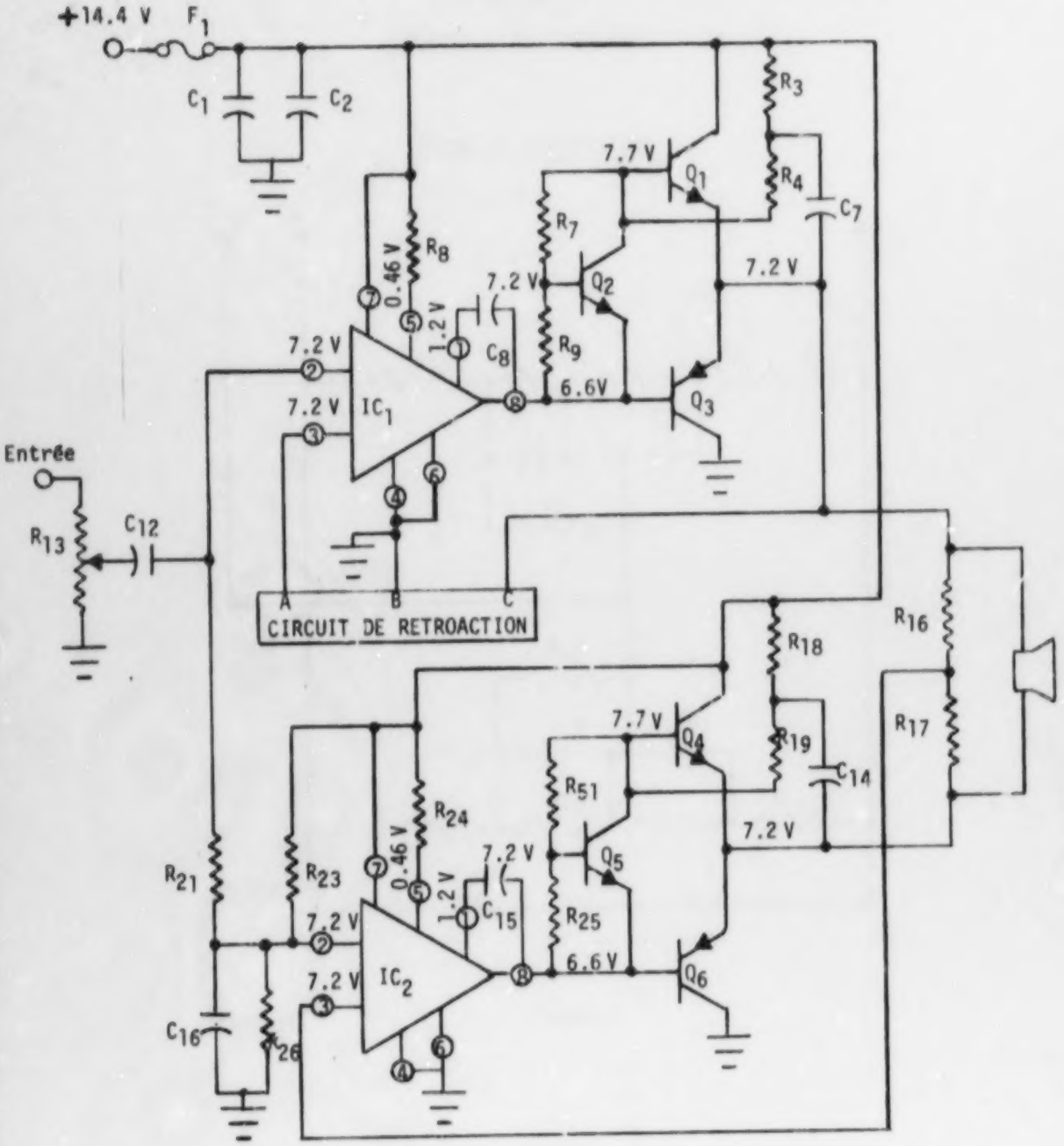


Figure 1

CIRCUIT DE RETROACTION

ET DE

CONTROLE DE TONALITE

SCHEMA DE REALISATION

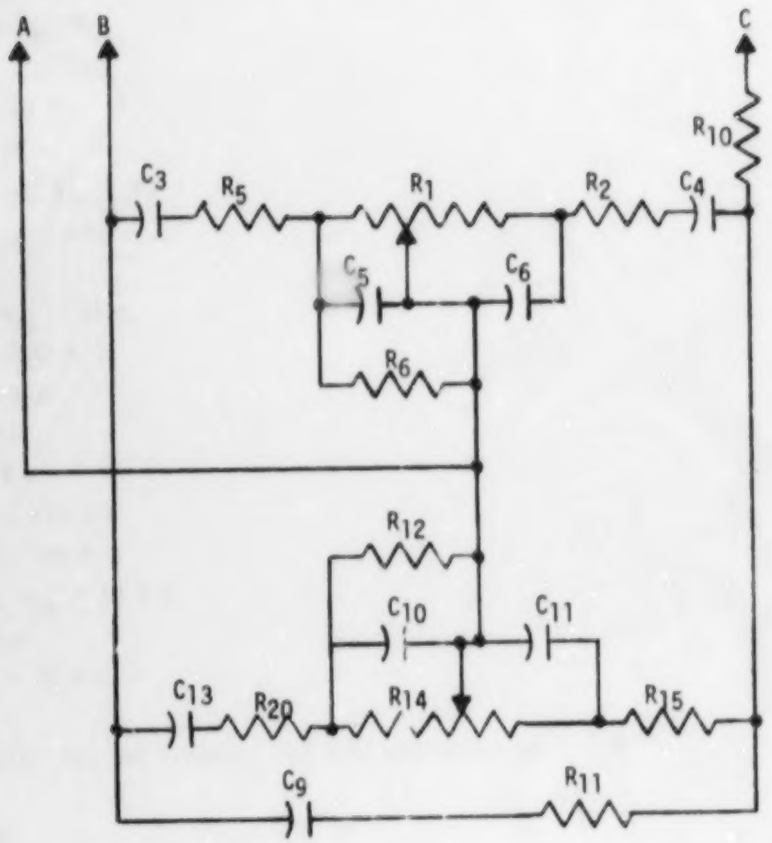


Figure 2

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

IC_1, IC2 - CA3094T
Q_1, Q_4 - 2N 6288
Q_2, Q_5 - 2N 6292
Q_3, Q_6 - 2N 6111

R_1 - Pot, 10 K Ω
R_2 - 0.82 Ω
R_3, R_4, R_{18}, R_{19} - 33 Ω
R_5, R_9, R_{25} - 68 Ω
R_6 - 300 Ω
R_7, R_{21}, R_{22} - 51 Ω
R_8, R_{24} - 180 K Ω
R_{10} - 3.3 K Ω
R_{11} - 910 Ω
R_{12} - 39 K Ω
R_{13} - Pot, 250 K Ω
R_{14} - Pot, 100 K Ω
R_{15}, R_{16}, R_{17} - 10 K Ω
R_{20} - 1 K Ω
R_{23}, R_{26} - 22 K Ω

N.B.: Toutes les résistances ont une puissance de 0.5 W

C_1 - 1500
C_2, C_{11} - 0.02
C_3 - .12
C_4 - .01
C_5, C_6 - 0.001
C_7, C_{14} - 100
C_8 - 100 pF
C_9 - 22
C_{10} - 0.2
C_{12} - .047
C_{13} - 1
C_{15} - 250 pF
C_{16} - 47

N.B.: Toutes les capacités sont en μ F (sauf si spécifié) et peuvent supporter une tension d'au moins 16 V.

AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE

SYNOPTIQUE

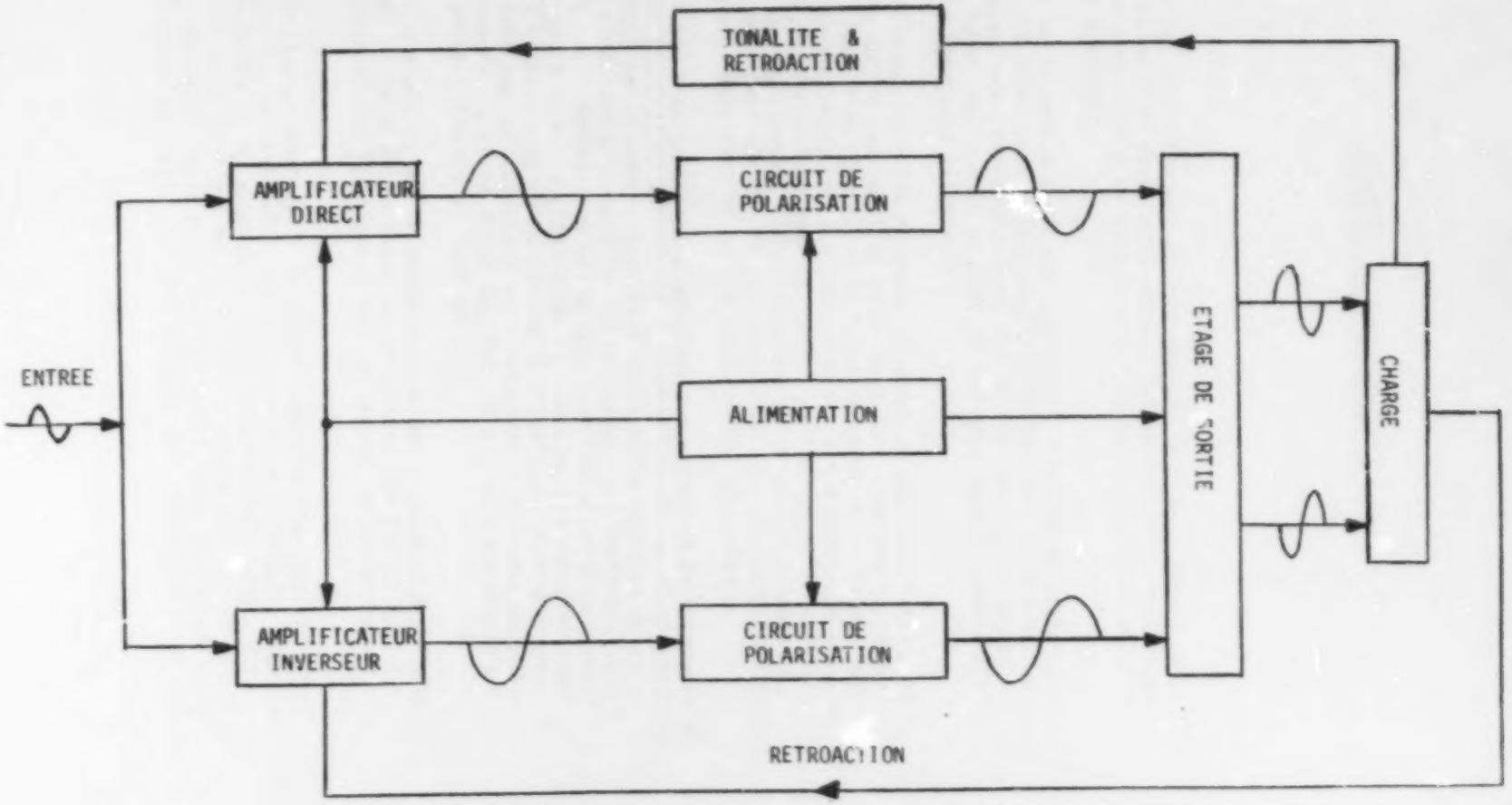


Figure 3

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le but de cet amplificateur est d'augmenter le niveau sonore de la retransmission d'un poste auto-radio. Cet amplificateur est essentiellement constitué d'un amplificateur de tension et d'un amplificateur de puissance.

Le signal du récepteur radio est appliqué à l'entrée des circuits intégrés (CA 3094) pour y être amplifié en tension; le IC_1 est un amplificateur non-inverseur, alors que le IC_2 inverse le signal. Il est à noter que le gain en tension des deux amplificateurs IC_1 et IC_2 est identique (figure 3).

Ces deux signaux inversés en phase et égaux en amplitude attaquent l'étage de sortie qui consiste en un push-pull complémentaire relié en pont. Pour bien comprendre le fonctionnement de ce type d'amplificateur de puissance, nous allons éliminer les éléments de polarisation et de rétroaction pour ne garder que les quatre transistors (Q_1, Q_3, Q_4, Q_6) formant l'amplificateur de puissance (figure 1), de plus, nous considérons que les transistors ont des caractéristiques parfaitement identiques et qu'ils fonctionnent en classe A.

Lorsqu'il n'y a aucun signal d'appliqué aux entrées A et B (figure 4) les quatre transistors conduisent également (condition CC d'opération), et la moitié des électrons émergeant de la borne négative de la batterie circulent à travers Q_3, du collecteur à l'émetteur, puis à travers Q_1 de l'émetteur au collecteur pour retourner à la borne positive de la batterie (figure 4). L'autre moitié des électrons circulent à travers Q_6 du collecteur à l'émetteur, puis à travers Q_4 de l'émetteur au collecteur pour retourner à la borne positive de la batterie. Le pont étant balancé, il n'y aura aucun courant qui circulera à travers le haut-parleur.

Voyons maintenant ce qui se passe lorsque des signaux d'amplitudes identiques et inversés en phase se présentent aux points A et B, nous assumerons que les signaux ont les phases indiquées sur la figure 4.

Durant le premier demi-cycle le point A devient plus positif alors que le point B devient moins positif (variation à tendance négative). Les transistors Q_1 Q_6 augmentent leurs polarisations avant, donc augmentent leurs courants de collecteurs; tandis que les transistors Q_3 et Q_4 diminuent leurs polarisations avant, donc diminuent leurs courants de collecteurs. Le pont devient donc débalancé et un courant

AMPLIFICATEUR PUSH-PULL COMPLEMENTAIRE

RELIE EN PONT

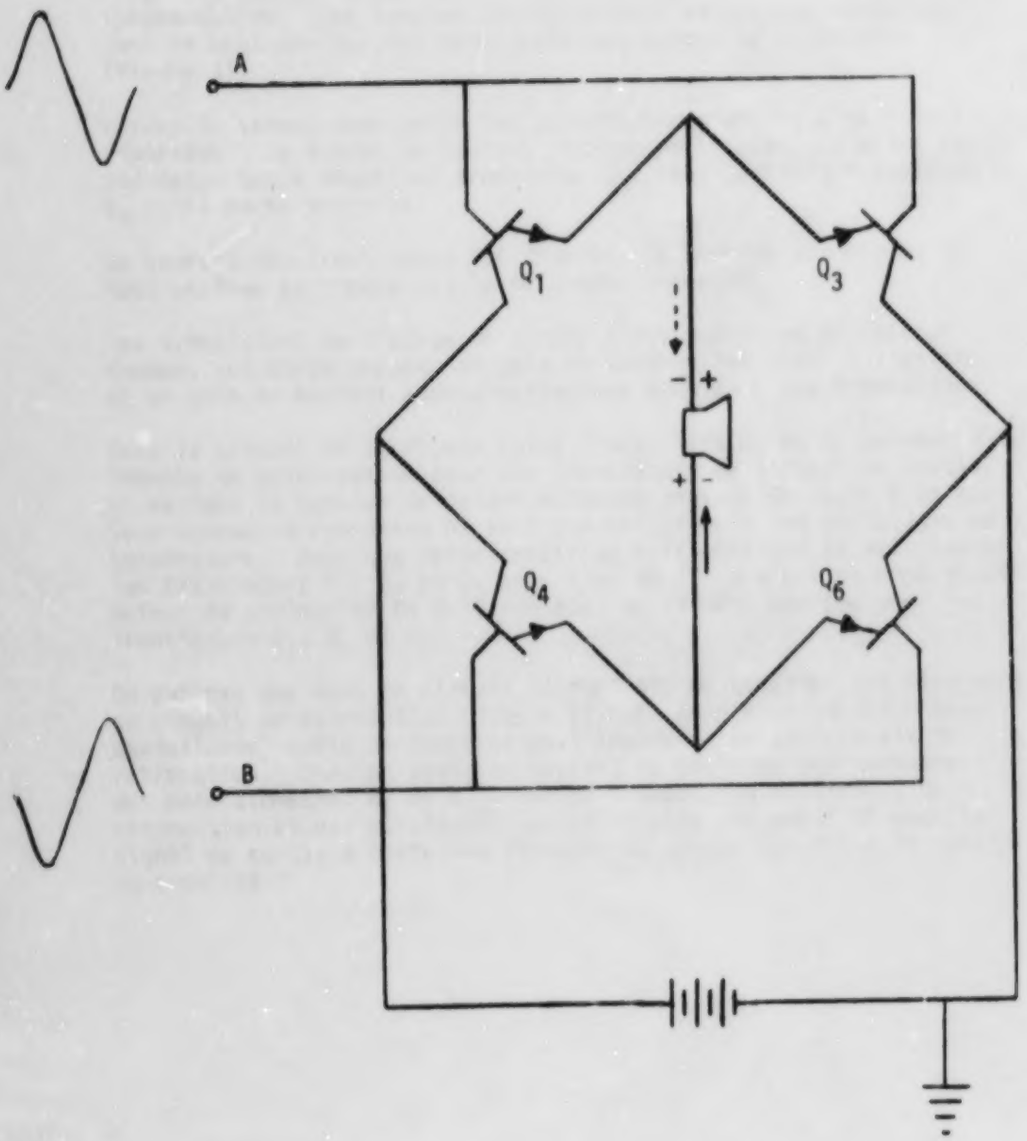


Figure 4

résultant circule alors dans le haut-parleur dans le sens de la flèche solide. Une tension correspondante au courant circulant dans le haut-parleur est développée aux bornes de ce dernier (figure 4).

Durant le second demi-cycle les polarités des points A et B sont inversées. Le trajet du courant (flèche pointillée) est alors le suivant: borne négative, transistor Q_3, haut-parleur, transistor Q_4 et la borne positive.

Le courant résultant ayant été inversé, la tension aux bornes du haut-parleur se trouve par le fait même inversée.

Les transistors de l'étage de sortie étant montés en collecteur commun, cet étage possède un gain en tension inférieur à l'unité et un gain en courant approximativement égal au β des transistors.

Dans le circuit de la figure 2, les transistors Q_2 et Q_5 servent d'éléments de polarisation pour les transistors de l'étage de sortie, et varient la tension de polarisation de ceux-ci de façon à ce que leur courant d'opération ne soit pas affecté par les variations de température. Pour que cette condition soit réalisée on doit monter les transistors Q_1, Q_2 et Q_3 près l'un de l'autre sur un même dissipateur de chaleur et on doit procéder de la même manière pour les transistors Q_4, Q_5 et Q_6.

On observe que dans ce circuit le contrôle de tonalité est incorporé au circuit de rétroaction (figure 2). Le gain d'un amplificateur opérationnel varie en fonction de l'impédance de son circuit de rétroaction. Donc on peut, en variant la position des curseurs des potentiomètres R_1 et R_{14}, varier l'impédance du circuit de rétroaction et par conséquent varier le gain des ampli OP pour le signal de sortie à certaines fréquences, ce qui constitue le contrôle de tonalité.

LISTE DE MATERIEL

REPERE	QUANTITE	DESIGNATION	TYPE OU VALEUR	CARACTE-RISTIQUES TECHNIQUES	OBSERVATIONS
ICI-IC2	2	Circuits intégrés linéaires	CA 3094	pages 11a à 11g	Fabricant RCA Type TO-5
Q_1, Q_4	2	Transistors	2N 6288	pages 12a à 12k	Fabricant RCA Type TO-220
Q_2, Q_5	2	Transistors	2N 6292	pages 12a à 12k	Fabricant RCA Type TO-220
Q_3, Q_6	2	Transistors	2N 6111	pages 12a à 12k	Fabricant RCA Type TO-220
R_2	1	Résistance	0.82Ω, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_3, R_4	2	Résistances	33Ω, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_{18}, R_{19}	2	Résistances	33Ω, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_5, R_9, R_{25}	3	Résistances	68Ω, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_6	1	Résistance	300Ω, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_7, R_{21}, R_{22}	3	Résistances	51Ω, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_8, R_{24}	2	Résistances	180KΩ, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_{11}	1	Résistance	910Ω, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_{12}	1	Résistance	39KΩ, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_{15}, R_{16}, R_{17}	3	Résistances	10KΩ, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_{20}	1	Résistance	1KΩ		Rés. au Carbonne

REPERE	QUANTITE	DESIGNATION	TYPE OU VALEUR	CARACTE-RISTIQUES TECHNIQUES	OBSERVATIONS
R_{23}, R_{26}	2	Résistances	22KΩ, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_{10}	1	Résistance	3.3KΩ, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_1	1	Potentiomètre	10KΩ, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_{13}	1	Potentiomètre	250KΩ, 0.5W		Rés. au Carbonne
R_{14}	1	Potentiomètre	100KΩ, 0.5W		Rés. au Carbonne
C_1	1	Condensateur électrolytique	1500μF, 16V	page 13	Fabricant: SPRAGUE #TVA 1175.2
C_7, C_{14}	2	Condensateurs électrolytiques	100μF, 16	page 13a	#503D 107 FO 16NB
C_9	1	Condensateur électrolytique	22μF, 25	page 13a	#503D 226 GO 16AS
C_{13}	1	Condensateur électrolytique	1μF, 25	page 13a	#503D 105 GO 25HS
C_{16}	1	Condensateur électrolytique	47μF, 16	page 13a	#503D 476 GO 16BB
C_2, C_{11}	2	Condensateurs céramiques	0.02μF		0-16 WVDC ou plus
C_3	1	Condensateur céramique	0.12μF		0-16 WVDC ou plus
C_4	1	Condensateur céramique	0.01μF		0-16 WVDC ou plus
C_5, C_6	2	Condensateurs céramiques	0.001μF		0-16 WVDC ou plus
C_8	1	Condensateur céramique	100pF		0-16 WVDC ou plus
C_{10}	1	Condensateur céramique	0.2μF		0-16 WVDC ou plus
C_{12}	1	Condensateur céramique	0.047μF		0-16 WVDC ou plus
C_{12}	1	Condensateur céramique	250pF		0-16 WVDC ou plus
F_1	1	Fusible	16V, 2A		

Nécessaire de fabrication de circuits imprimés

Dissipateurs de chaleur (2) ECG-401

Nécessaires d'isolation (6) pour transistor de type TO-220

Bases de circuits intégrés (2), 8 broches de type TO-5

Support de fusible

Fil rigide, un brin # 22

Fil flexible toronné # 18

Connecteurs mâles et femelles

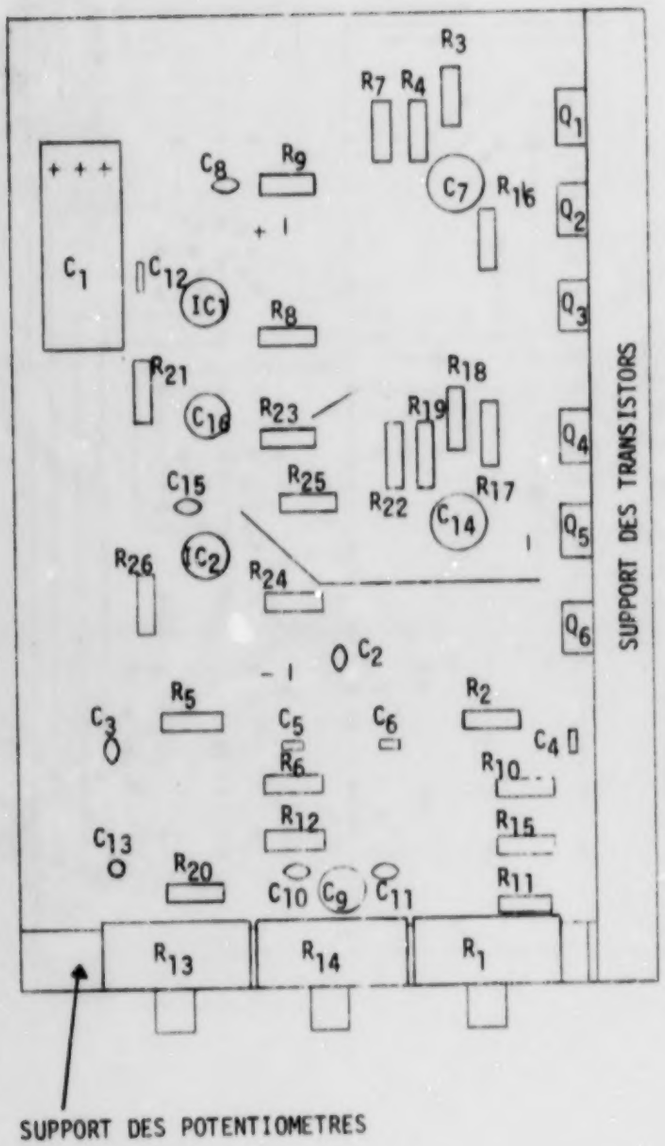
Oeillets de caoutchouc ou de vinyle

Vis et écrous

Boutons enjoliveurs

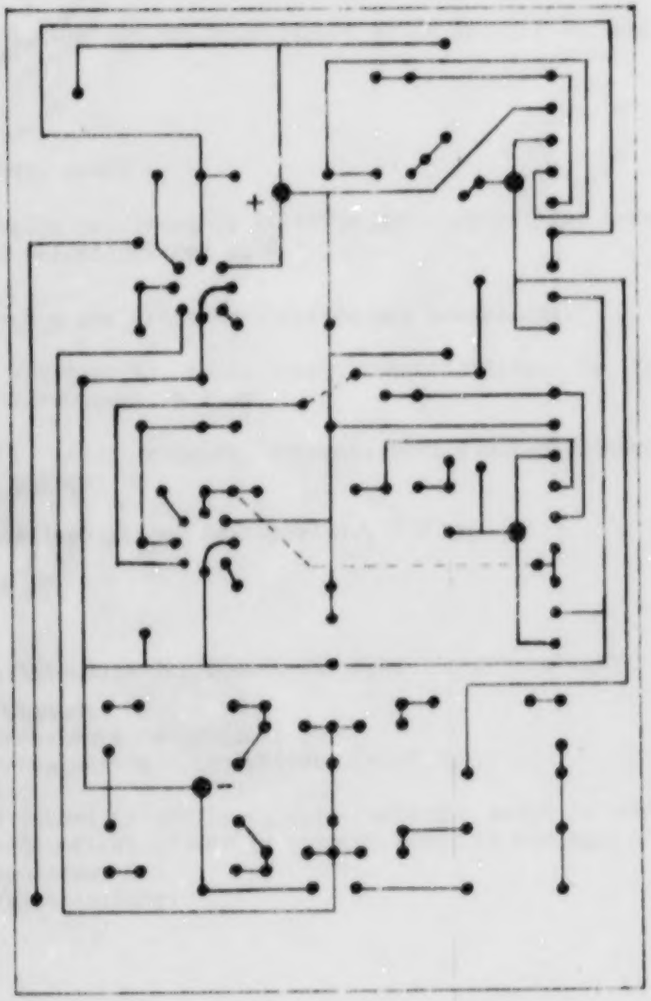
Feuille d'aluminium jauge # 14

IMPLANTATION DES COMPOSANTS



CIRCUIT IMPRIME

VU COTE COMPOSANT



AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE

CHRONOLOGIE DE MONTAGE

1. Usinage du support des transistors et du support des potentiomètres.

2. Perçage des trous

   2.1 Perçage des trous de fixation des supports des transistors et des potentiomètres au Ø 3.2 mm.

   2.2 Perçage des trous de fixation des composants:

   - résistances, transistors, potentiomètres, C_1, condensateurs céramiques, Ø 1 mm;
   - circuits intégrés, condensateurs électrolytiques (sauf C_1) 0.8 mm;
   - alimentation, haut-parleur, 1.2 mm.

3. Pose puis soudage des composants dans l'ordre suivant:
   - résistances;
   - condensateurs céramiques;
   - condensateurs électrolytiques (sauf C_9);
   - ponts;
   - transistors (fixer le support-radiateur avant le soudage);
   - potentiomètres (fixer le support avant le montage);
   - condensateur C_9;
   - circuits intégrés.

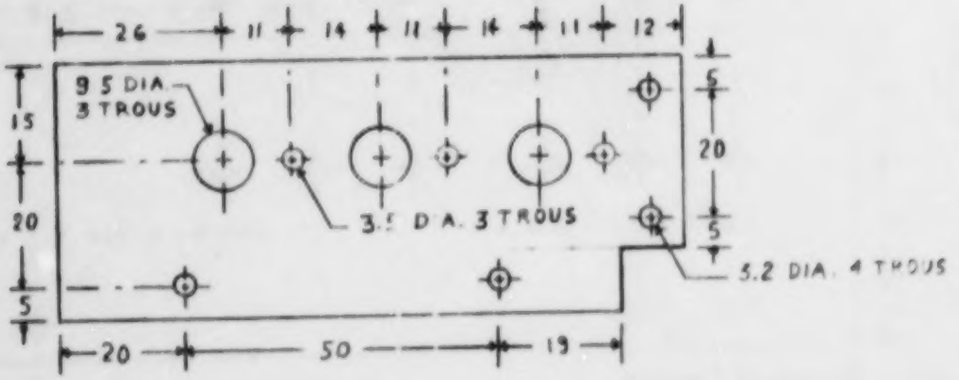
4. Usinage du boîtier incluant le perçage des trous pour les potentiomètres, les fils d'alimentation, les fils du haut-parleur et du signal.

5. Pose des fils d'alimentation, du haut-parleur et du signal à travers le boîtier.

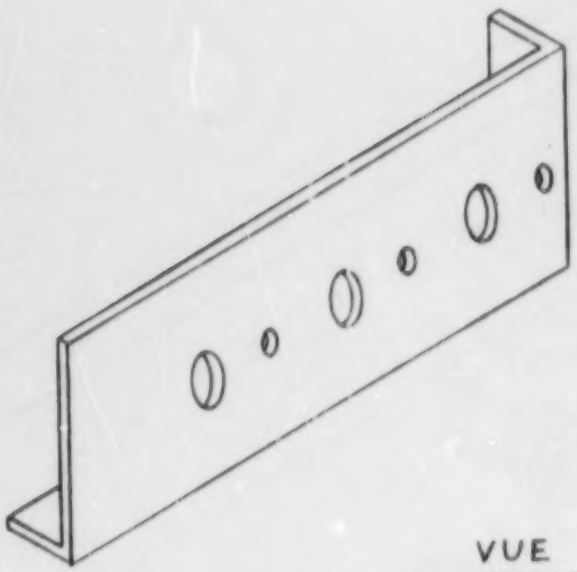
6. Montage de la carte à l'intérieur du boîtier.

7. Raccordement des fils d'alimentation, du haut-parleur et du signal au circuit.

8. Essai de tout l'ensemble.

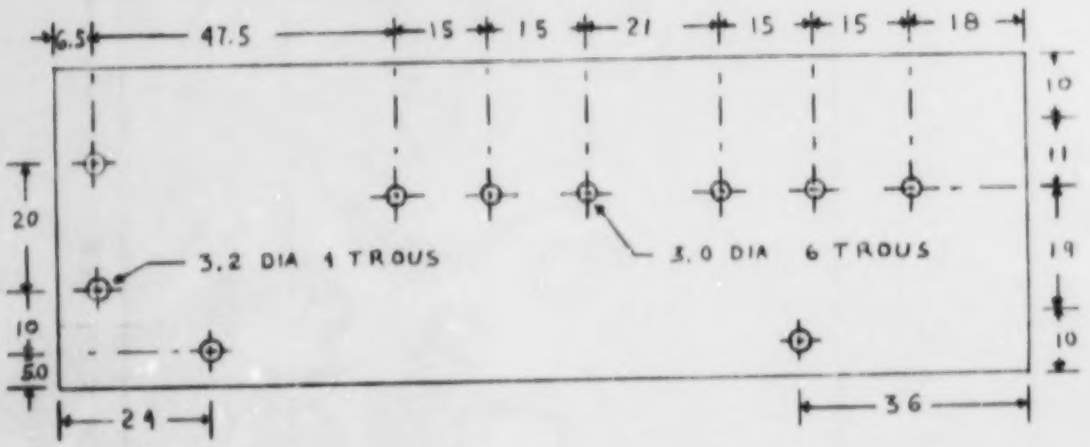


DEVELOPPEMENT

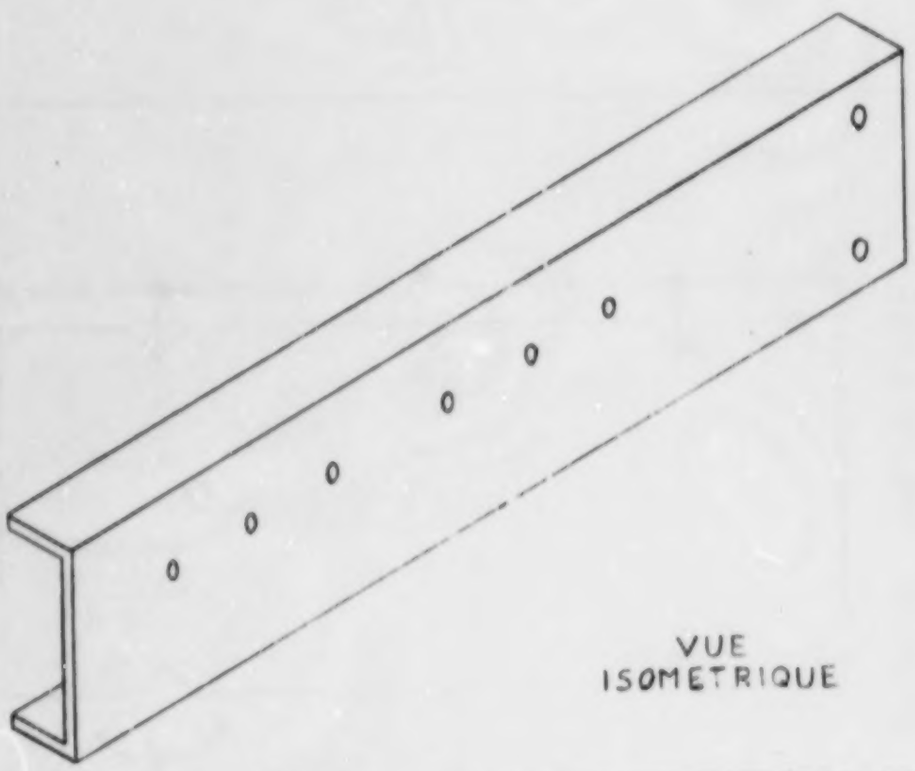


VUE
ISOMETRIQUE

COTES: MILLIMETRES	SUPPORT POTENTIOMETRES	ECHELLE: 1:1
MATERIEL: AL 14 JAUGE		DATE: 21 OCT. 1980

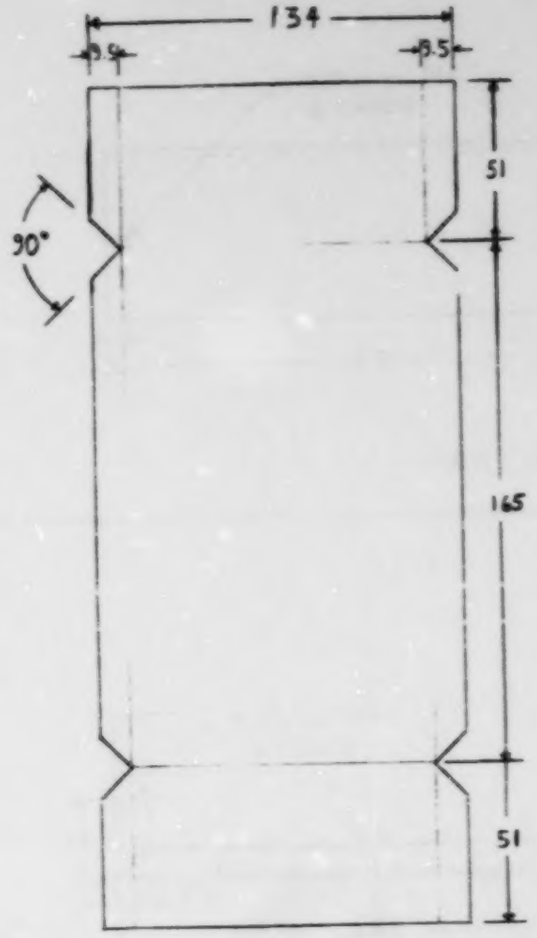


DEVELOPPEMENT

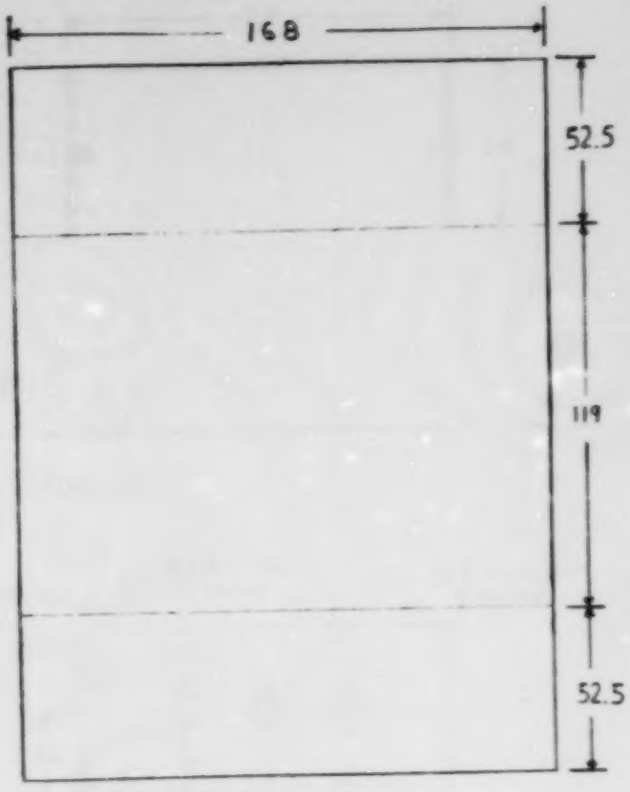


VUE
ISOMETRIQUE

COTES: MILLIMETRES	SUPPORT TRANSISTORS	ECHELLE: 1:1
MATERIEL: AL 14 JAUGE		DATE: 21 OCT. 1980



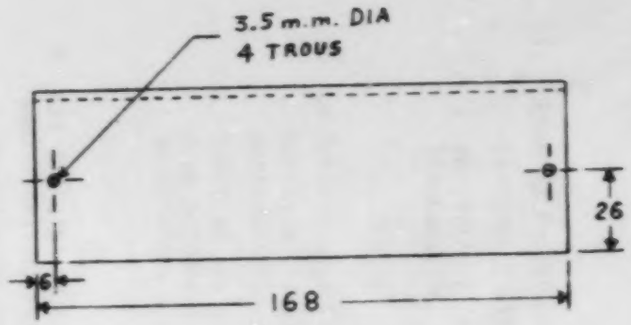
PARTIE INFERIEURE

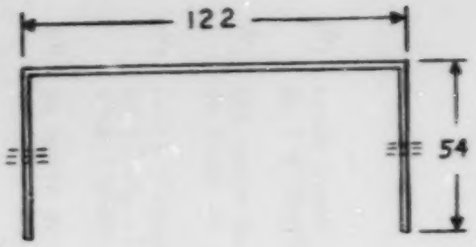


PARTIE SUPERIEURE

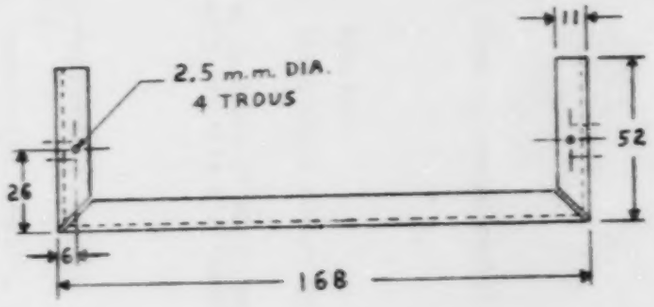
COTES: MILLIMETRES	BOITIER	ECHELLE: ½
MATERIEL: AL 14 JAUGE	DEVELOPPEMENT	DATE: 21 OCT. 1980

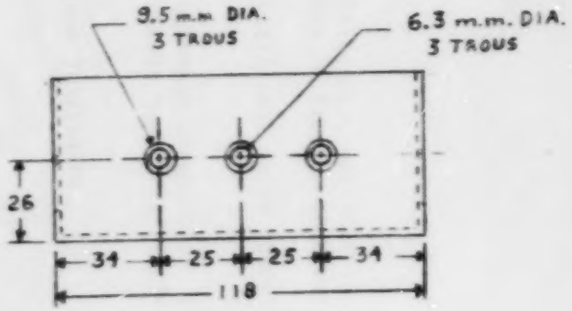
19





PARTIE SUPERIEURE





PARTIE INFERIEURE

COTES: MILLIMETRES	BOITIER	ECHELLE: $\frac{1}{2}$
MATERIEL: AL 14 JAUGE		DATE: 21 OCT. 1980

DEPANNAGE

REGLES GENERALES

1°) Avant toute intervention sur l'amplificateur, vérifier la présence de l'alimentation!!! Ensuite, prendre le temps d'observer.

2°) Une bonne observation du défaut constaté peut faire gagner beaucoup de temps et de matériel.

3°) Faire l'inventaire du matériel de dépannage disponible. (Il est, en effet, illusoire de vouloir intervenir sur certains circuits sans l'aide d'un oscilloscope).

4°) Se munir de la documentation technique nécessaire.

PANNES POSSIBLES

1. Rien ne fonctionne:
   - Vérifier l'alimentation (fusibles).
   - Vérifier si la connexion masse est bien relier au chassis de l'automobile.

2. Le fusible (F_1) saute dès la mise sous tension:
   - Vérifier l'isolation électrique des transistors (Q_3 et Q_4 en particulier).
   - Vérifier les autres causes possibles de court-circuit (bornes d'un composant en contact avec le boîtier, fils d'alimentation au boîtier, etc...).

3. Les transistors de sortie chauffent anormalement et le gain des amplificateurs opérationnels est faible:
   - Vérifier le circuit de rétroaction (continuité, soudure, point de raccordement, etc...).
   - Vérifier les tensions sur les circuits intégrés, en particulier à la broche 3.

4. Le signal est distortionné:

   - Ajuster le potentiomètre R_{13} pour obtenir un niveau de signal qui ne soit pas excessif.
   - Ajuster judicieusement R_1 et R_{14}.
   - Vérifier la connexion masse.

N.B.: Si vous devez changer un des composants du circuit imprimé, procédez selon une des méthodes décrite dans le texte de l'annexe I "Dépannage des circuits imprimés".

OSCILLOGRAMMES

FORME ET PHASE DES SIGNAUX

SIGNAL D'ENTREE
PRISE CENTRE DE R_{13}

SIGNAUX AUX BORNES:

- 8 de I C_1
- Base et émetteur de Q_1
- Base et émetteur de Q_3

SIGNAUX AUX BORNES:

- 8 de I C_2
- Base et émetteur de Q_4
- Base et émetteur de Q_6

N.B.: Tous les signaux sont mesurés par rapport à la masse.

ANNEXE I

TECHNIQUES DES CIRCUITS IMPRIMES

1. PLAQUE DE BASE 1

2. ETABLISSEMENT DU DESSIN INITIAL 2

3. IMPLANTATION DES COMPOSANTS 4

3.1 Espacement des trous des principaux composants 4

3.2 Disposition des composants 6

4. LA FABRICATION DU CIRCUIT IMPRIME 7

4.1 Plaque de stratifié 7

4.2 Report du dessin 8

4.3 Attaque du cuivre 8

4.4 Elimination du ruban à dessiner ou de l'encre de protection 9

4.5 Perçage des trous 9

5. INSERTION DES COMPOSANTS 11

6. SOUDURE SUR CIRCUIT IMPRIME 12

6.1 Le fer à souder 12

6.2 La soudure 12

6.3 La méthode de soudure 12

7. DEPANNAGE DES CIRCUITS IMPRIMES 14

7.1 La tresse à dessouder 14

7.2 Le pistolet à dessouder 14

7.3 La pompe à dessouder 15

BIBLIOGRAPHIE 16

TECHNIQUES DES CIRCUITS IMPRIMES

1. PLAQUE DE BASE

Pour bien réussir un circuit imprimé sans coût inutile, il est important de choisir la plaque de stratifié qui réponde à nos besoins. Afin de nous guider dans notre choix NEMA (National Electrical Manufacturers Association) a fait une classification des plaques de circuits imprimés (Tableau 1) selon leurs propriétés et leurs principaux usages.

Tableau 1: Classification NEMA et militaire des plaques stratifiées, selon leur qualité et leurs applications typiques.

Mélange résineux	Classification NEMA	Classification MILITAIRE	Utilisations typiques
Papier phenolique	XP		Radio
Papier phenolique	XXXP		Radio-Télévision
Papier phenolique	XXXPC		Radio-Télévision
Papier phenolique ininflammable	FR-2	PH	Radio-Télévision
Papier phenolique ininflammable	FR-3	PX	Ordinateur et circuits militaires
Verre- Epoxy	G-10	GE	Aviation
Verre-Epoxy, insensible à la température	G-11	GB	Aviation
Verre-Epoxy ininflammable	FR-4	GF	Aviation
Verre-Epoxy ininflammable , insensible à la température	FR-5	GH	Aviation

Les plaques de statifié phénoliques de qualité XP, XXXP, XXXPC et FR-2 sont relativement peu dispendieuses et conviennent pour la plupart des applications courantes. Ces plaques résistent bien aux chocs et sont relativement plates et lisses, elles sont adhérentes et leurs propriétés isolantes sont excellentes; de plus ces plaques gardent leurs dimensions originales. On trouve aussi sur le marché des plaques de même classification fabriquées en verre-polyester et en bakelite.

L'épaisseur de la surface cuivrée de la plaque choisie est liée à la largeur des conducteurs disponibles et à l'intensité du courant qui circule dans le circuit. Cette caractéristique est identifiée au moyen de la norme 1 once ou deux onces qui signifie la quantité de métal utilisé par pied carré de plaque stratifié. Un conducteur d'une largeur de 0,1" (2.54 mm) peut porter sécuritairement 3A et un conducteur de même largeur d'une plaque de deux onces (0.0027" ≈ 70µm) peut porter 5A.

Pour les travaux d'usage courant, nous vous suggérons l'utilisation d'une plaque stratifié de qualité XXXP d'une épaisseur de 1.6 mm et recouverte sur une face par une feuille de 35 µm de cuivre.

2. ETABLISSEMENT DU DESSIN INITIAL

On suppose que le lecteur dispose du schéma électrique de l'appareil à réaliser et qu'il doit établir lui-même le dessin du circuit imprimé, pour une fabrication à l'unité.

Ce dessin doit être conforme aux dispositions des normes; en particulier, les trous par lesquels passent les connexions des éléments doivent se trouver aux points de croisement d'une grille fondamentale au pas de 2,54 mm; comme il ne s'agit pas de construire des appareils miniatures, on choisit de préférence la grille double au pas de 5,08 mm[1], dans la majorité des cas.

On prend donc une feuille de papier quadrillé au pas de 5 mm, très près de la grille préférentielle et suffisante pour une réalisation non industrielle. Sur cette feuille, on implante les composants en prévoyant les trous aux points de croisement de la grille; on suit l'ordre logique du schéma depuis l'entrée jusqu'à la sortie. Les pièces lourdes, telles que: transformateur d'alimentation, transistors de puissance avec leurs refroidisseurs, condensateurs de forte capacité, résistances de forte puissance, commutateurs, etc... ne sont pas placés sur le circuit; ils seront fixés sur le socle métallique, sur lequel le circuit imprimé reposera.

---

(1) Cinq divisions au pouce.

On fait attention à ne pas introduire des inductions et des capacités parasites source d'instabilité; les liaisons entre les éléments doivent être les plus courtes possibles. Une fois les composants situés sur la feuille de papier quadrillé, on pointe au crayon l'emplacement des trous, puis on dessine les liaisons. C'est le point le plus délicat, car on ne doit avoir aucun croisement de conducteurs. Souvent le dessin doit être repris plusieurs fois avant d'arriver à une solution satisfaisante et si vraiment on ne peut éviter un ou deux croisements, on prévoit un pont au moyen d'un fil de cuivre placé entre deux trous de part et d'autre du conducteur à croiser (figure 1).

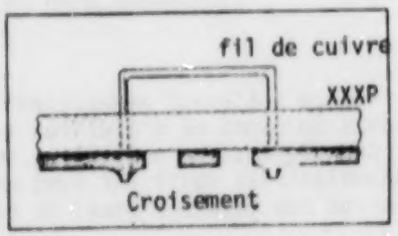


Figure 1: Réalisation d'un pont pour permettre le croisement de deux conducteurs sur un circuit imprimé.

Pour faciliter l'exécution du dessin, il est préférable d'utiliser deux couleurs; une pour situer les composants qui seront placés sur la plaque, du côté non cuivré et une autre pour les connexions qui seront réalisées du côté cuivré. Les trous permettent aux sorties des composants d'être soudées au cuivre des connexions.

3. IMPLANTATION DES COMPOSANTS

Elle nécessite quelques commentaires. Il ne faut pas plier les fils de sortie au ras des composants, car, ainsi, on introduit des contraintes mécaniques dans leur isolement qui, en se libérant, créent des microfissures, altérant leur fiabilité. Les fils de sortie doivent être pliés, à la pince, au moins à 1 mm du corps du composant.

Etant donné les dimensions normalisées des principaux composants et le pas de la grille préférentielle, on détermine l'espace entre les trous par lesquels passent les connexions (figure 2).

3.1 Espacement des trous des principaux composants

Résistances

On monte sur le circuit des résistances jusqu'à 2 W, car au-delà leur échauffement est nuisible à la tenue du stratifié. Elles sont montées de préférence horizontalement. Lorsqu'on manque de place, on peut les fixer verticalement, mais à ce moment la fiabilité de leurs soudures est moins bonne.

En montage horizontal, l'espacement des trous est le suivant: 1/10 et 1/8 W = 2 mailles, soit 10 mm (ou 10,16 mm); 1/4 et 1/2 W = 3 mailles, soit 15 mm (ou 15,24 mm); 1 W = 4 mailles, soit 20 mm (ou 20,32 mm) et 2 W = 5 mailles, soit 25 mm (ou 25,40 mm). Pour le montage vertical 2 mailles suffisent.

Condensateurs

On monte horizontalement les condensateurs à film plastique et les condensateurs électrolytiques, entre 2 et 4 mailles. Les condensateurs plaquette ou perle céramique nécessitent généralement une seule maille.

Diodes

Les modèles miniatures sont montés horizontalement sur 2 mailles, ceux de moyenne puissance ont besoin de 3 mailles.

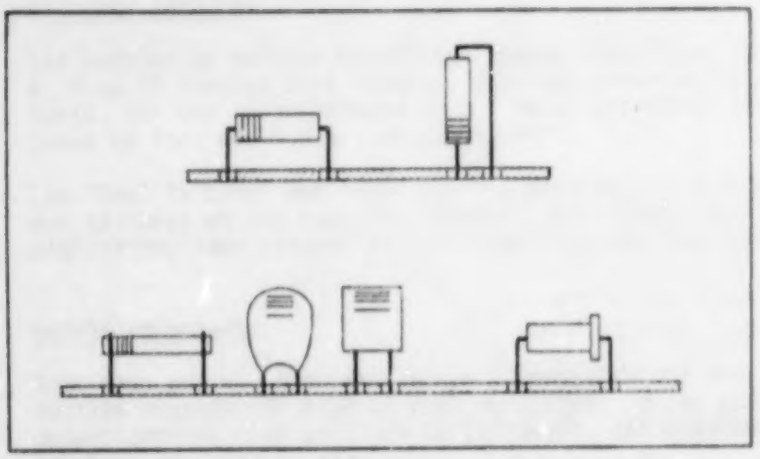
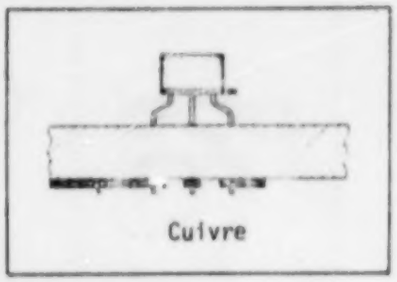


Figure 2: Montage des résistances et des condensateurs sur circuit imprimé

Transistors

Les modèles de faible puissance, sous boîtier métallique ou plastique sont montés verticalement; on espace les fils de sortie d'une maille en triangle, pour une plus grande clarté du circuit (figure 3).

Figure 3: Montage d'un transistor sur circuit imprimé



Circuits intégrés

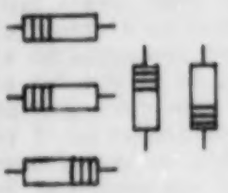
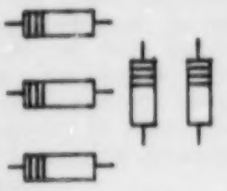
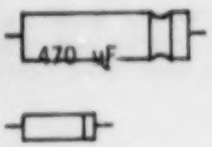
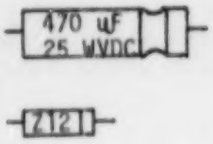
Les modèles en boîtier métallique, genre transistor TO-5 à 6, 8 ou 10 sorties sont insérés, dans des trous équidistants, sur une circonférence de 9,2 mm de diamètre; les trous ne font que 0,8 à 1 mm de diamètre.

Les "Dual in Line" ont leurs sorties espacées de 2,54 mm, des calibres et des supports existent facilitant leur implantation, sans risquer de les abîmer lors de leur soudure.

Autres composants

Tous ceux prévus pour montage sur circuit imprimé ont leurs sorties espacées de 2,54 ou 5,08 mm. C'est le cas pour les potentiomètres, les boîtiers de bobinages, les claviers à touches, les relais, etc.

3.2 Disposition des composants

NON	OUI	RAISON
 figure 4	 figure 4.1	La lecture est plus aisée
 figure 5	 figure 5.1	Identification plus facile des composants

4. LA FABRICATION DU CIRCUIT IMPRIME

Le dessin du circuit étant au point, en tenant compte de toutes les précautions et les normalisations qui viennent d'être examinées, on peut passer à la fabrication.

4.1 Plaque de stratifié

On a vu qu'il convenait d'utiliser une plaque de XXXP de 1,6 mm d'épaisseur recouverte sur une face d'une feuille de cuivre de 35 µm.

On découpe la plaque à la dimension du circuit en laissant une marge d'au moins 1 cm sur tous les côtés; car, il peut y avoir des éclats ou des décollements de cuivre sur les bords qu'il vaut mieux éliminer lors de la finition.

Puis, on décape le cuivre; en effet, entre sa fabrication et son utilisation la plaque a pu séjourner en stock un temps assez long. Le cuivre, bien que protégé, a pu s'oxyder au contact de l'air et de sa pollution. Les parties oxydées ne se souderaient pas ultérieurement et on courrait le risque d'avoir des soudures "collées" défectueuses.

La meilleure méthode consiste à utiliser un papier d'émeri très fin (papier "potée"). On place la plaque horizontalement sous l'eau, dans le fond d'une cuvette de photographie et on la frotte bien uniformément avec le papier. Pour vérifier que le décapage est complet, on fait couler de l'eau sur la surface cuivrée et on penche la plaque. Si l'eau mouille le cuivre de façon uniforme le décapage est correct. S'il y a des zones où l'eau refuse de rester, il faut insister sur ces endroits avec le papier d'émeri jusqu'à obtenir une couverture totale de la plaque par l'eau.

A partir de ce moment, il ne faut jamais poser les doigts sur le cuivre, afin d'éviter tout dépôt de graisse.

La plaque est séchée à l'air chaud; puis, on passe immédiatement aux autres opérations de la fabrication, car si on laisse ainsi la plaque plusieurs jours, elle s'oxyderait à nouveau.

4.2 Report du dessin

On place sur la face cuivrée de la plaque de XXXP, une feuille neuve de papier carbone pour machine (surtout pas du papier carbone pour écriture manuscrite) dont les dimensions sont un peu plus grandes que celles de la plaque: le dessin définitif du circuit à l'échelle 1 a été exécuté sur une feuille de papier nettement plus grande que celle du circuit. On le place sur le carbone, on rabat les bords sur le dos non cuivré de la plaque et on fixe l'ensemble très serré avec du ruban adhésif. On a donc le dessin bien positionné sur le stratifié et ne pouvant pas bouger.

Puis, avec un crayon à bille, on passe le contour des connexions sur le dessin, sans en oublier. On obtient ainsi le report du dessin sur le cuivre grâce au papier carbone.

On enlève le dessin et le carbone, puis à l'aide du ruban à dessiner ou d'une encre spécialement conçu à cet effet, on recouvre les connexions dont les contours sont visibles sur le cuivre.

A l'aide d'un pointeau à main bien pointu, on pointe le centre de chacun des trous de façon à bien marquer le cuivre. Leur position doit être déterminée avec beaucoup de précision.

N.B.: Vous trouverez à l'annexe II "Méthodes de fabrication de circuits imprimés en série" de ce document, deux (2) méthodes de reproduction sur cuivre en série soit: "la Photogravure et la Sérigraphie".

4.3 Attaque du cuivre

En générale, manufacturier inclus la marche à suivre pour l'attaque du cuivre avec son produit, mais on peut d'une manière générale résumer cette procédure en cinq points.

- Placer la plaquette de circuit imprimé dans un récipient de verre ou de caoutchouc;
- Recouvrir la plaquette d'environ 6 mm de solution d'attaque;
- Agiter la solution dans un mouvement de va et vient jusqu'à ce que le cuivre de la plaquette commence à se dissoudre, le temps requis est d'environ 15 à 20 minutes, mais peut varier selon le type de solution;

- Continuer l'agitation jusqu'à ce que le cuivre de la plaquette soit complètement éliminé;

- Rinser la plaquette sous l'eau pendant environ deux minutes, afin que la réaction chimique cesse complètement.

4.4 Elimination du ruban à dessiner ou de l'encre de protection

Lorsque le circuit imprimé est bien asséché, on enlève délicatement le ruban à dessiner qui recouvre les surfaces cuivrées. Puis, à l'aide d'un papier de verre très fin ou d'une fine laine d'acier, on frotte légèrement les surfaces cuivrées jusqu'à ce qu'elles deviennent luisantes, ceci permet une meilleure adhérence lors du soudage.

On élimine l'encre de protection sur les conducteurs, grâce au diluant approprié au type d'encre adopté.

4.5 Perçage des trous

Cette opération est délicate et doit être bien menée, afin d'éviter de briser un bon nombre de forêts.

La perceuse à colonne est bien indiquée pour percer les trous de toutes dimensions. Il s'agit de maintenir le circuit imprimé contre une petite planche que l'on peut aisément déplacer et d'y percer les trous. Le mouvement de cet outil étant une translation parfaite, on évite de casser les forêts, même les plus petits.

L'outil le mieux adapté pour cette opération est constitué par une petite perceuse électrique fonctionnant sous 9 ou 12 V continus. Cette perceuse est proposée par plusieurs grossistes en composants pour un prix modique. On fixe le circuit à percer sur une planche horizontale et on tient la perceuse à deux mains au-dessus du circuit en prenant appui sur la planche, pour la guider.

Le centre de chacun des trous a été pointé sur le cuivre lors du report du dessin, leur positionnement ne doit offrir aucune difficulté.

On se limite généralement à trois tailles de forets: 0,8 mm pour les circuits intégrés, les transistors, les petites diodes et les petits condensateurs, 1 mm en usage général pour les résistances classiques de 0,5 W et 1,2 ou 1,3 mm pour les résistances de 1 W et certains composants. Les trous de fixation de 2 à 2,5 mm ne donnent pas lieu à des difficultés de perçage.

5. INSERTION DES COMPOSANTS

La plaquette de circuit imprimé étant terminée et avec l'aide du dessin initial, l'insertion des composants doit être aisée. Il y a lieu cependant de veiller au sens d'implantation des diodes, des condensateurs électrolytiques polarisés, des transistors et des circuits intégrés.

On commence par plier à la pince les fils de sortie des composants à la dimension correspondant à l'écartement des trous. Pour cette opération, il faut veiller à ne pas introduire de contraintes mécaniques au boîtier ou à l'isolant du composant risquant de créer par la suite des microfissures. On serre le fil à la pince plate et on maintient le composant à la main au niveau de la sortie.

Après l'insertion d'un composant, on plie légèrement leurs fils en divergeant de façon à le maintenir en place lorsqu'on retourne le circuit pour effectuer les soudures (figure 6). Il n'est pas recommandé de plier les connexions au ras du cuivre, car le dépannage devient très délicat; il faut, en effet à ce moment, s'aider d'un fer à souder et d'un tournevis ou d'une lame, pour soulever l'extrémité du fil tout en le dessoudant. On risque ainsi d'abîmer irrémédiablement le circuit imprimé.

Avec les fils divergeant d'un angle d'environ 45^{o}, la soudure prend très bien entre le fil et le cuivre; le remplacement d'un composant par la suite s'effectue sans difficulté.

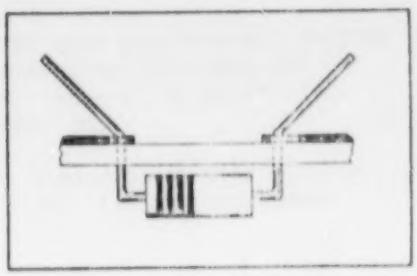


Figure 6: Mise en place d'un composant et pliage des fils de sortie pour le maintenir avant la soudure.

6. SOUDURE SUR CIRCUIT IMPRIME

6.1 Le fer à souder

- Série électronique de 15 à 50 W
- Série standard de 50 à 80 W
- Série classique de 80 à 510 W

Nous choisirons des fers de 25 à 40 W de forme stylo avec une pointe droite. Ce fer doit toujours être propre.

6.2 La soudure

La soudure généralement utilisée pour circuit imprimé est composée d'étain (60%), de plomb (35%) et de canaux de résine non acide en Ø 1 mm.

6.3 La méthode de soudure

Le fer dont la panne est bien propre et recouverte de soudure fondue bien brillante est appliqué sur le fil à souder entre 5 et 10 mm du circuit imprimé; poser la soudure sur le fil en face du fer, la soudure fond et mouille le fil. A ce moment, on fait descendre simultanément le fer et la soudure sur le fil jusqu'au cuivre du circuit. A l'instant précis où l'on voit la soudure mouiller le cuivre et s'étaler, on retire le fer et le fil de soudure (figure 7).

Une bonne soudure faite avec un fer bien propre prend environ 5 secondes. On ne doit pas insister trop longtemps sur le cuivre du circuit imprimé, car on risque de le décoller du stratifié et de détériorer la connexion.

Lorsque toutes les soudures de la plaquette sont effectuées et vérifiées, on coupe à la pince les fils des composants presque au ras de la soudure.

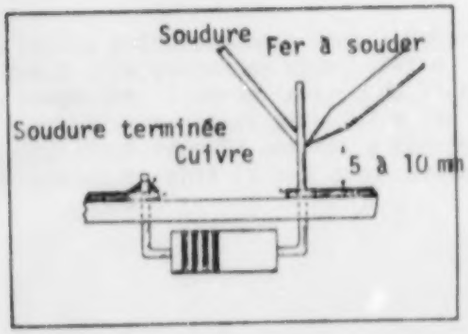


Figure 7: Méthode de soudure sur circuit imprimé

Il est à noter que pour obtenir une bonne soudure, il faut:

- un volume de soudure suffisant et sans excès;
- une surface unie, régulière, lisse et brillante;
- une masse homogène;
- étamer la panne du fer après nettoyage;
- éviter de mettre la panne du fer à souder en contact trop longtemps avec le cuivre du circuit imprimé, car on risque de le décoller et de détériorer la connexion.

7. DEPANNAGE DES CIRCUITS IMPRIMES

Le dépannage d'un circuit imprimé réside principalement dans l'échange d'un composant défectueux. C'est-à-dire dessouder deux, quatre ou plusieurs soudures, enlever le composant, libérer le trou de l'ancienne soudure, mettre en place le nouveau composant et refaire les soudures, sans détériorer le circuit. Pour réussir une telle opération, on utilise soit la tresse à dessouder, soit la pompe à dessouder combinée ou non avec le fer.

7.1 La tresse à dessouder

C'est une tresse métallique en bande de 1,5 ou de 2,8 mm de large et de 1,6 m de longueur (Schlitt-Ses) qui possède un pouvoir absorbant élevé. On applique l'extrémité de la tresse sur la soudure et on amène la panne du fer en contact avec la tresse de façon à faire fondre la soudure. Cette dernière est absorbée à mesure qu'elle fond par effet capillaire. L'opération est effectuée en quelques secondes; la connexion est absolument propre et le fil est sorti de son trou sans difficulté. On vérifie que le trou est bien dégagé avec une fine pointe en acier.

La partie de la tresse imbibée de soudure est sectionnée avec une pince coupante, car elle ne peut plus servir.

7.2 Le pistolet à dessouder

Comprend à la fois un fer à souder et pompe à vide. La figure 8 donne en exemple l'emploi du fer à dessouder.

On met le fer en chauffe, on presse sur la poire et on applique la panne sur le point à dessouder. L'étain fond, on libère la poire en levant rapidement le pistolet.

Enfin, on represse sur la poire pour éjecter les déchets d'étain. On vérifie que le trou est bien dégagé avec une fine pointe en acier.

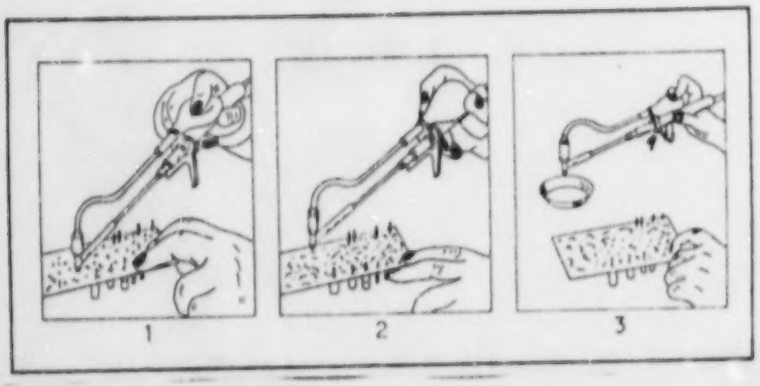


Figure 8: Utilisation du pistolet à dessouder

7.3 La pompe à dessouder

Elle est indépendante du fer. On arme la pompe et on place son bec en téflon au contact avec la soudure chauffée par un fer normal. Lorsqu'elle fond on appuie sur la gâchette, le ressort libéré se détend aspirant la soudure. On arme à nouveau la pompe pour éjecter la soudure aspirée. On vérifie également que le trou est bien dégagé avec une fine pointe en acier.

Le composant défectueux étant enlevé et les trous libres, il ne reste plus qu'à insérer le nouveau composant et à souder ses sorties.

BIBLIOGRAPHIE

VOLUME

BESSON, R.; Pratique de la construction électronique, Editions Radio, Paris, 1978, 184 pages.

REVUE

Sal DINUZZO, Hal R. RAFFMANN, Norman A. SHOW et Donald L. STEINBACK; Electronics World, Octobre 1969, pp. 37 à 60.

DOCUMENT

BIANCOTTO, A. et BOYE, P.; Rapport de mission, Juillet/Août 1980, Approche pédagogique par la méthode des centres d'intérêt au niveau secondaire professionnel, Annexe 6, Sciences de l'éducation, Université du Québec à Trois-Rivières.

ANNEXE II

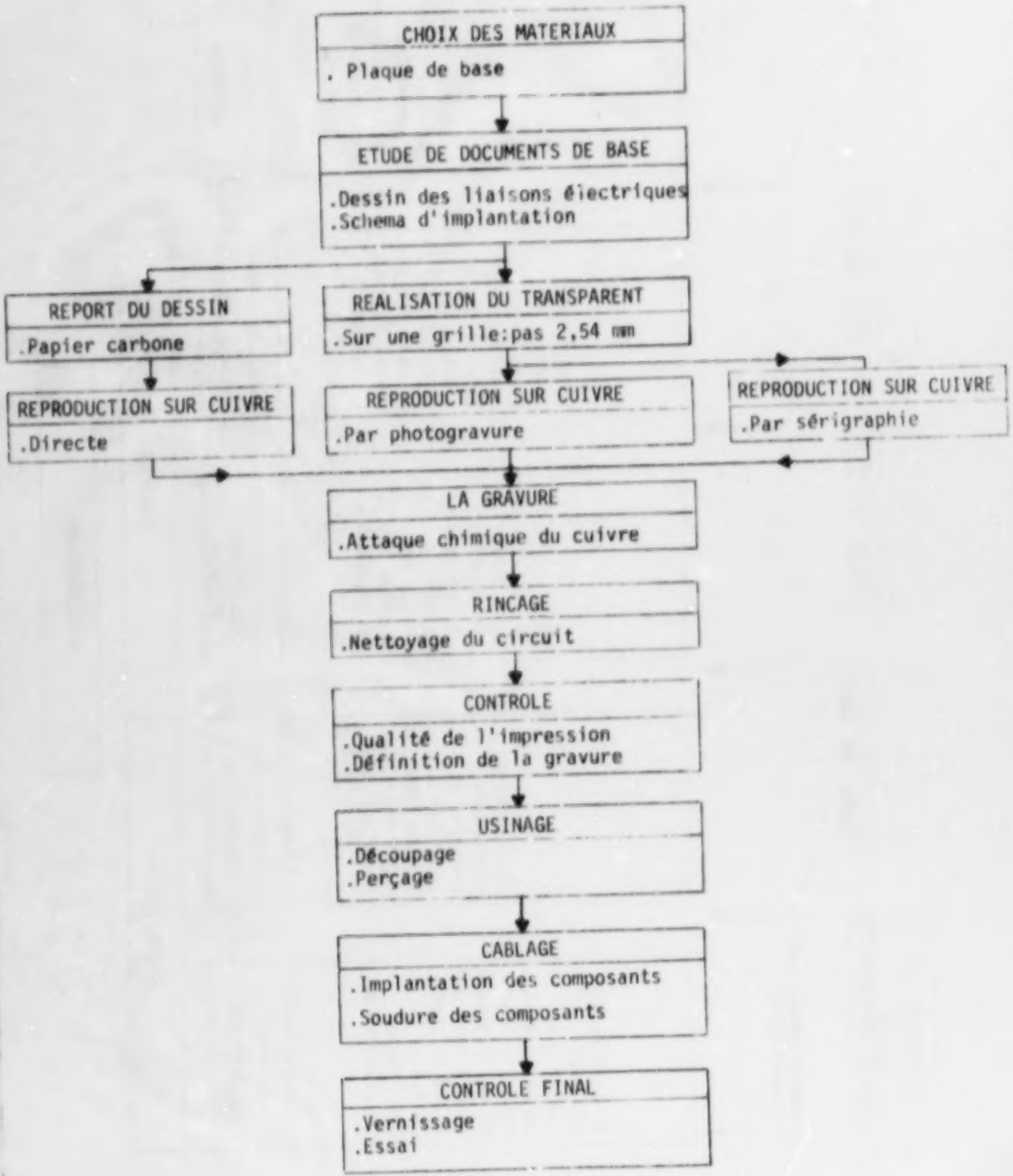
METHODES DE FABRICATION DE CIRCUITS IMPRIMES EN SERIE

1. ETAPES NECESSAIRES A LA REALISATION D'UN CIRCUIT IMPRIME 1

2. PHOTOGRAVURE 2

3. LA SERIGRAPHIE 3

ETAPES NECESSAIRES A LA REALISATION D'UN CIRCUIT IMPRIME

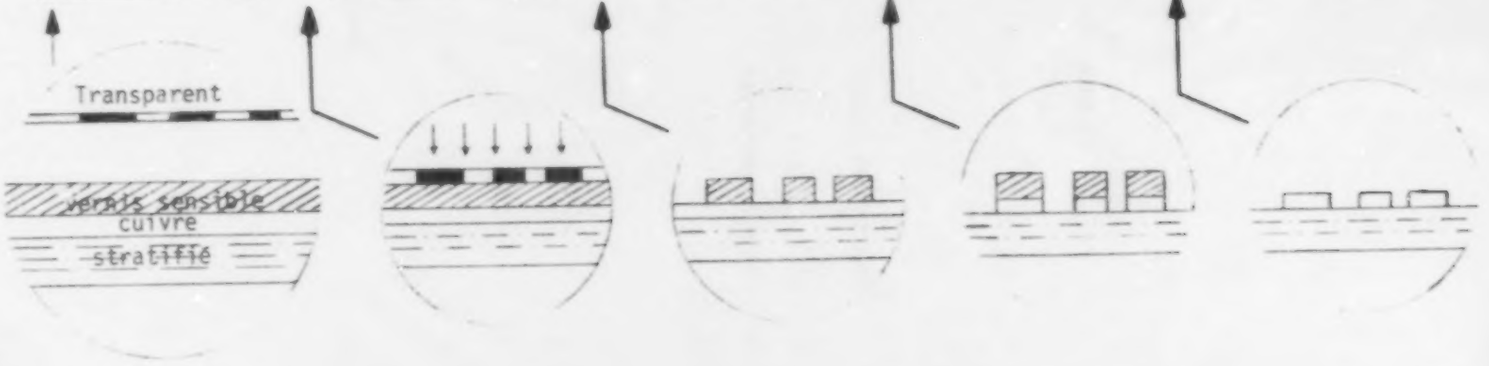


PHOTOGRAVURE

INSOLATION

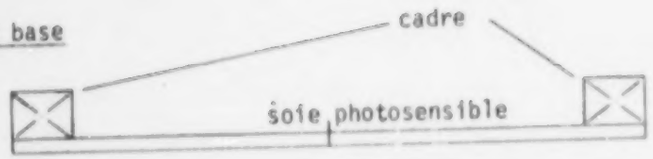
GRAVURE

PREPARATION	EXPOSITION	ATTAQUE DU CUIVRE	RINCAGE	USINAGE
Le transparent est plaqué contre le support, côté vernis sensible et est traversé par un rayonnement ultra-violet dans les zones transparentes.	le vernis sensible est alors éléminé dans les zones exposées au rayonnement ultra-violet.	le cuivre non protégé par le vernis est attaqué chimiquement par un agent de gravure: le perchlorure de fer.	l'attaque du cuivre achevée il faut arrêter l'action de l'agent de gravure en le neutralisant et en le rinçant abondamment.	à ce stade le circuit imprimé est prêt pour les opérations d'usinage.



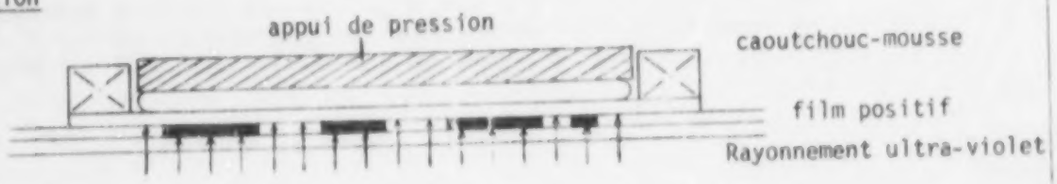
LA SERIGRAPHIE

1- Matériau de base



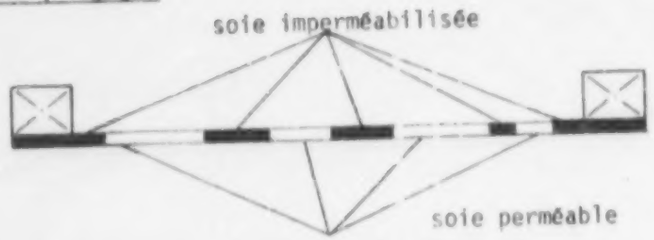
La soie photosensible est une soie très fine (environ 120 fils au centimètre) qui a été enduit d'une matière photosensible liquide qui devient dure et opaque lorsque traversé par un rayonnement ultra-violet.

2- Exposition



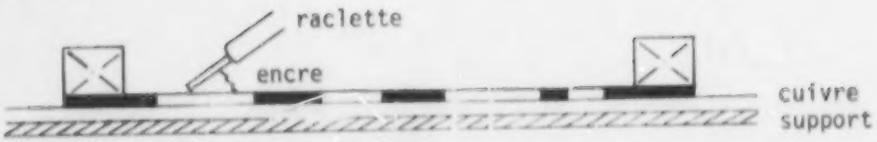
Les zones exposées au rayonnement deviennent dures, opaques et s'imperméabilisent.

3- Développement (Rinçage)



Au rinçage, la matière photosensible des zones non exposées s'élimine et la soie devient perméable à ces endroits.

4- Dépôt d'encre



L'encre protectrice est alors étendue à l'aide d'une râclette sur la soie, elle atteint la surface cuivrée par les zones perméables. L'épaisseur de l'encre déposée sur le cuivre est lié à l'épaisseur de la soie.

5- Plaque stratifié avant gravure

La plaque est alors prête pour l'attaque chimique du cuivre.

ANNEXE III

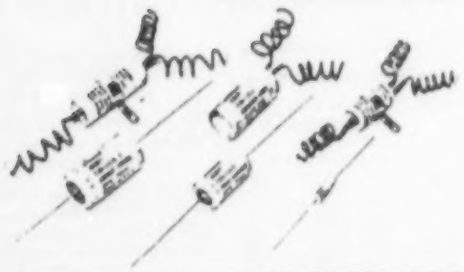
CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

CONDENSATEURS 1

TRANSISTORS 2N6111, 2N6288, 2N6292 3

CIRCUIT INTEGRE CA3094 15

TYPE TVA ATOM* ELECTROLYTICS



- The smallest dependable standard tubular. Capacitors to 475V operate up to 85°C (185°F); higher voltage units designed for 65°C operation.
- Whether for TV sets, ac/dc sets, auto radios, home radio-phono combinations, or other electronic equipment servicing, the Sprague ATOM line will handle all your replacement requirements — no dual inventory problems.
- Lower leakage currents. ● Long shelf life.
- Will withstand high temperatures, high ripple currents, high surge voltages.
- Metal case construction with thermoplastic outer sleeve except as noted by † sign.
- Catalog numbers with TVAN prefix are non-polarized, and are ideal for speaker crossover networks. (See Page 46)

µF	WVDC	Dia. x Length	Cat. No.
		SINGLE UNITS (Polar)	
1000	1	5/8 x 2 1 8	TVA-1080
1	3	1/4 x 1 1/32	TVA-1081
2	3	1/4 x 1 1/32	TVA-1081 1
3	3	1/4 x 1 1/32	TVA-1081 2
4	3	1/4 x 1 1/32	TVA-1081 3
5	3	1/4 x 1 1/32	TVA-1081 4
6	3	1/4 x 1 1/32	TVA-1081 5
8	3	1/4 x 1 1/32	TVA-1081 6
10	3	1/4 x 1 1/32	TVA-1082
15	3	1/4 x 1 1/32	TVA-1082 5
20	3	1/4 x 1 1/32	TVA-1083
25	3	1/4 x 17 32	TVA-1084
30	3	1/4 x 1 1 32	TVA-1084 5
50	3	1/4 x 23 32	TVA-1085
65	3	1/4 x 23 32	TVA-1085 5
75	3	5/16 x 23 32	TVA-1088
100	3	5/16 x 23 32	TVA-1089
130	3	5/16 x 23 32	TVA-1089 5
150	3	5/16 x 23/32	TVA-1090
200	3	5/16 x 27 32	TVA-1091
250	3	3/8 x 27 32	TVA-1091 5
300	3	3/8 x 27 32	TVA-1092
400	3	3/8 x 31 32	TVA-1093
500	3	3/8 x 1 9 32	TVA-1094
600	3	3/8 x 1 9 32	TVA-1095
750	3	3/8 x 1 17 32	TVA-1097
800	3	3/8 x 1 17 32	TVA-1097.1
900	3	7/16 x 1 9 32	TVA-1097.2
1000	3	7/16 x 1 17 32	TVA-1097.3
1200	3	7/16 x 1 17 32	TVA-1097.4
1500	3	1/2 x 1 17 32	TVA-1097.5
1800	3	1/2 x 1 17 32	TVA-1097.6
2000	3	1/2 x 1 17 32	TVA-1097.7
2200	3	1/2 x 1 13/16	TVA-1097.8
2500	3	1/2 x 1 13/16	TVA-1097.9
3000	3	3/4 x 1 21 32	TVA-1098
4000	3	3/4 x 1 21/32	TVA-1099
5000	3	3/4 x 1 29/32	TVA-1099.1
10000	3	7/8 x 2 5/32	TVA-1099.6
1	6	1/4 x 17 32	TVA-1099.80
2	6	1/4 x 17/32	TVA-1099.81
3	6	1/4 x 17/32	TVA-1099.82
4	6	1/4 x 17 32	TVA-1099.83
5	6	1/4 x 17 32	TVA-1099.84
6	6	1/4 x 17/32	TVA-1099.85
8	6	1/4 x 17/32	TVA-1099.86
10	6	1/4 x 17/32	TVA-1099.87
15	6	1/4 x 17 32	TVA-1099.89
20	6	1/4 x 17/32	TVA-1099.90
25	6	1/4 x 23/32	TVA-1099.91
35	6	1/4 x 23/32	TVA-1099.93
50	6	1/4 x 23 32	TVA-1100
75	6	5/16 x 23 32	TVA-1100.5
90	6	5/16 x 23 32	TVA-1100.6
100	6	5/16 x 27 32	TVA-1101
140	6	5/16 x 27 32	TVA-1101.2
150	6	3/8 x 27/32	TVA-1101.5
200	6	3/8 x 27/32	TVA-1101.7
250	6	3/8 x 31/32	TVA-1102
300	6	3/8 x 31/32	TVA-1102.1
400	6	3/8 x 1 9/32	TVA-1102.3
500	6	3/8 x 1 17/32	TVA-1103
600	6	3/8 x 1 1/32	TVA-1103.2
700	6	7/16 x 1 9/32	TVA-1103.4
800	6	7/16 x 1 17/32	TVA-1103.8
950	6	7/16 x 1 17/32	TVA-1103.9
1000	6	1/2 x 1 9/32	TVA-1104
1200	6	1/2 x 1 17/32	TVA-1104.1
1500	6	1/2 x 1 17/32	TVA-1105
1800	6	1/2 x 1 25/32	TVA-1105.1
2000	6	1/2 x 1 25/32	TVA-1106
2500	6	3/4 x 1 21/32	TVA-1106.5
3000	6	3/4 x 1 29/32	TVA-1107
4000	6	7/8 x 1 29/32	TVA-1108
5000	6	7/8 x 1 29/32	TVA-1109
10000	6	1 x 2 13/32	TVA-1115
17000	6	1 1/4 x 3 5/32	TVA-1116.2*
40000	6	1 3/8 x 4 5/32	TVA-1121*
1000	10	1/2 x 1 13/16	TVA-1128
3000	10	7/8 x 1 21/32	TVA-1129.2
4000	10	7/8 x 1 29/32	TVA-1129.4
5000	10	1 x 2 5/32	TVA-1129.5
10000	10	1 1/8 x 2 13/16	TVA-1129.8
1	12	1/4 x 17/32	TVA-1129.80
2	12	1/4 x 17/32	TVA-1129.81
3	12	1/4 x 17/32	TVA-1129.82
4	12	1/4 x 17/32	TVA-1129.83
5	12	1/4 x 17/32	TVA-1129.84
6	12	1/4 x 17/32	TVA-1129.85
8	12	1/4 x 17/32	TVA-1129.86
10	12	1/4 x 17/32	TVA-1129.87
15	12	1/4 x 17/32	TVA-1129.89
20	12	1/4 x 23/32	TVA-1129.90
25	12	1/4 x 23 32	TVA-1129.91
30	12	1/4 x 23 32	TVA-1129.92
50	12	5/16 x 23 32	TVA-1129.94
60	12	5/16 x 23/32	TVA-1129.95
75	12	5/16 x 27/32	TVA-1129.96
90	12	3/8 x 23 32	TVA-1129.97
100	12	5/16 x 27/32	TVA-1130
140	12	3/8 x 27 32	TVA-1130.2
150	12	3/8 x 31 32	TVA-1130.3
190	12	3/8 x 31 32	TVA-1130.5
200	12	3/8 x 1 9/32	TVA-1130.6
250	12	3/8 x 1 9/32	TVA-1131
290	12	3/8 x 1 9/32	TVA-1131.1
390	12	3/8 x 1 17/32	TVA-1131.2
400	12	7/16 x 1 9/32	TVA-1131.3
450	12	7/16 x 1 9/32	TVA-1131.5
500	12	7/16 x 1 17/32	TVA-1132
600	12	7/16 x 1 17/32	TVA-1132.2
800	12	1/2 x 1 9 16	TVA-1132.4
900	12	1/2 x 1 13 16	TVA-1132.5
1000	12	1/2 x 1 13 16	TVA-1133
1700	12	1/2 x 1 13 16	TVA-1133.4
1500	12	3/4 x 1 21 32	TVA-1133.5
2000	12	7/8 x 1 21 32	TVA-1134
2500	12	7/8 x 1 21 32	TVA-1134.5
3000	12	7/8 x 1 21/32	TVA-1135
4000	12	7/8 x 2 5/32	TVA-1136
5000	12	1 x 2 13/32	TVA-1136.1
10000	12	1 1/4 x 2 11/16	TVA-1137
1	16	1/4 x 17/32	TVA-1140
2	16	1/4 x 17/32	TVA-1141
3	16	1/4 x 17/32	TVA-1142
4	16	1/4 x 17/32	TVA-1143
5	16	1/4 x 17/32	TVA-1144
6	16	1/4 x 17/32	TVA-1144.1
8	16	1/4 x 17/32	TVA-1144.7
10	16	1/4 x 17/32	TVA-1145
15	16	1/4 x 23/32	TVA-1146
20	16	1/4 x 23/32	TVA-1147
25	16	1/4 x 23/32	TVA-1148
30	16	5/16 x 23/32	TVA-1149
35	16	5/16 x 23/32	TVA-1149.1
50	16	5/16 x 23/32	TVA-1150
75	16	5/16 x 27/32	TVA-1151
85	16	3/8 x 23/32	TVA-1152
90	16	5/16 x 27/32	TVA-1153
100	16	3/8 x 27/32	TVA-1160
130	16	3/8 x 27/32	TVA-1160.2
150	16	3/8 x 31/32	TVA-1160.3
175	16	3/8 x 31/32	TVA-1160.4
180	16	3/8 x 31/32	TVA-1160.5
200	16	3/8 x 1 9/32	TVA-1160.6
250	16	3/8 x 1 9/32	TVA-1161
300	16	3/8 x 1 17/32	TVA-1161.1
350	16	3/8 x 1 17/32	TVA-1161.2
400	16	7/16 x 1 9/32	TVA-1161.5
450	16	7/16 x 1 17/32	TVA-1161.6
500	16	7/16 x 1 17/32	TVA-1162
600	16	7/16 x 1 17/32	TVA-1162.2
800	16	1/2 x 1 9/16	TVA-1167.3
1000	16	1/2 x 1 13/16	TVA-1163
1200	16	1/2 x 1 13/16	TVA-1164
1500	16	3/4 x 1 21/32	TVA-1175.2
2000	16	3/4 x 1 21/32	TVA-1170
2500	16	7/8 x 1 29 32	TVA-1175.3
3000	16	7/8 x 1 29/32	TVA-1175
4000	16	7/8 x 2 5/32	TVA-1175.4
5000	16	1 x 2 5/32	TVA-1175.5
6000	16	1 1/8 x 2 5/32	TVA-1175.6
8000	16	1 1/8 x 2 13/16	TVA-1175.7
10000	16	1 3/8 x 2 11/16	TVA-1175.8
15000	16	1 1/4 x 3 13/16	TVA-1175.11
20000	16	1 3/8 x 4 5/32	TVA-1175.13
150	20	1/8 x 31/32	TVA-1180
1500	20	1/8 x 1 21/32	TVA-1190
2300	20	1 x 1 21/32	TVA-1194
1	25	1/8 x 17/32	TVA-1200
2	25	1/8 x 17/32	TVA-1201
3	25	1/4 x 17/32	TVA-1201.1

* Available until present stocks are exhausted.

Copyright © 1978, 1979, Sprague Electric Company

SERV-C-60AL

Sizes subject to change without notice.

(1) SPRAGUE CAPACITOR, Catalogue C-564A, page 44

TYPE 503D VERTI-LYTIC® MINIATURE ELECTROLYTICS

- Low-cost capacitors expressly intended for vertical installation on high-density printed wiring boards.
- A combination of sound design and careful processing insure the reliability of Type 503D Capacitors.
- Designed for use in coupling, decoupling, bypass, and filtering circuits of personal radios, auto radios, portable tape recorders, and similar entertainment electronics.
- Metal encased, with outer insulating shell of orange thermoplastic.
- All terminal connections welded to eliminate open or intermittent contacts.
- Excellent capacitance and ESR. Low leakage current.
- Operating temperature range, −40°C to +85°C.
- For complete technical data, see latest issue of Engineering Bulletin 3153.

Size Code	D. x L. (inches)	D. x L. (mm)
AS	.236 x .433	6 x 11
BB	.315 x .492	8 x 12.5
CB	.394 x .492	10 x 12.5
CD	.394 x .630	10 x 16
CG	.394 x .787	10 x 20
DG	.512 x .787	13 x 20
DK	.512 x .984	13 x 25
EK	.630 x .984	16 x 25
ER	.630 x 1.200	16 x 30.5
ET	.630 x 1.610	16 x 41
EU	.630 x 1.440	16 x 36.5
HS	.197 x .433	5 x 11
KA	.197 x .433	5 x 11
LA	.236 x .433	6 x 11
MB	.315 x .492	8 x 12.5
NB	.394 x .492	10 x 12.5
NC	.394 x .630	10 x 16
ND	.394 x .787	10 x 20
PD	.512 x .787	13 x 20
PE	.512 x .984	13 x 25
QE	.630 x .984	16 x 25
QF	.630 x 1.240	16 x 31.5
QG	.630 x 1.400	16 x 35.5
SH	.709 x 1.440	18 x 36.5
SJ	.709 x 1.610	18 x 41
TJ	.866 x 1.610	22 x 41
UJ	1.000 x 1.610	25.4 x 41
UK	1.000 x 2.010	24 x 51

0-6.3 WVDC, 8 V SURGE

µF	Size Code	Cat. No.
47	AS	503D476G6R3AS*
100	BB	503D107G6R3BB*
220	NB	503D227F6R3NB
330	NC	503D337F6R3NC
470	ND	503D477F6R3ND
470	CG	503D477G6R3CG*
680	DG	503D687G6R3DG*
1000	DK	503D108G6R3DK*
1500	EK	503D158G6R3EK*
2200	QE	503D228F6R3QE
2200	ER	503D228G6R3ER*
3300	QG	503D338F6R3QG
3300	ET	503D338G6R3ET*
4700	SJ	503D478F6R3SJ
6800	TJ	503D688F6R3TJ
10000	UJ	503D109F6R3UJ

0-10 WVDC, 13 V SURGE

µF	Size Code	Cat. No.
22	KA	503D226F010KA
33	AS	503D336G010AS*
47	LA	503D476F010LA
68	BB	503D686G010BB*
100	MB	503D107F010MB
100	CB	503D107G010CB*
150	NB	503D157F010NB
150	CB	503D157G010CB*
220	NC	503D227F010NC
220	CD	503D227G010CD*
330	ND	503D337F010ND
330	CG	503D337G010CG*
470	DG	503D477G010DG*
680	PD	503D687F010PD
680	DK	503D687G010DK*
1000	PE	503D108F010PE
1000	EK	503D108G010EK*
1500	QE	503D158F010QE
1500	ER	503D158G010ER*
2200	QF	503D228F010QF
2200	EU	503D228G010EU*
3300	SH	503D338F010SH
4700	TJ	503D478F010TJ
6800	UJ	503D688F010UJ
10000	UK	503D109F010UK

0-16 WVDC, 20 V SURGE

µF	Size Code	Cat. No.
6.8	HS	503D685G016HS*
10	KA	503D106F016KA
10	HS	503D106G016HS*
15	KA	503D156F016KA
15	AS	503D156G016AS*
22	LA	503D226F016LA
22	AS	503D226G016AS*
33	LA	503D336F016LA
47	MB	503D476F016MB
47	BB	503D476G016BB*
68	MB	503D686F016MB
68	CB	503D686G016CB*
100	NB	503D107F016NB
100	CD	503D107G016CD*
150	NC	503D157F016NC
150	CD	503D157G016CD*
220	ND	503D227F016ND
220	CG	503D227G016CG*
330	PD	503D337F016PD
330	DG	503D337G016DG*
470	PD	503D477F016PD
470	DK	503D477G016DK*
680	PE	503D687F016PE
680	EK	503D687G016EK*
1000	QE	503D108F016QE
1000	ER	503D108G016ER*
1500	QF	503D158F016QF
1500	ET	503D158G016ET*
2200	SH	503D228F016SH
4700	UJ	503D478F016UJ
6800	UK	503D688F016UK

0-25 WVDC, 32 V SURGE

µF	Size Code	Cat. No.
47	HS	503D474G025HS*
68	HS	503D684G025HS*
1.0	HS	503D105G025HS*
1.5	HS	503D155G025HS*
2.2	HS	503D225G025HS*
3.3	HS	503D335G025HS*
4.7	HS	503D475G025HS*
6.8	KA	503D685F025KA
6.8	AS	503D685G025AS*
10	AS	503D106G025AS*
15	LA	503D156F025LA
15	BB	503D156G025BB*
22	BB	503D226G025BB*
33	MB	503D336F025MB
33	BB	503D336G025BB*
47	CB	503D476G025CB*
68	NB	503D686F025NB
68	CD	503D686G025CD*
100	NC	503D107F025NC
100	CG	503D107G025CG*
150	ND	503D157F025ND
150	DG	503D157G025DG*
220	PD	503D227F025PD
220	DG	503D227G025DG*
330	PE	503D337F025PE
330	DK	503D337G025DK*
470	EK	503D477G025EK*
680	QE	503D687F025QE
680	ER	503D687G025ER*
1000	QG	503D108F025QG
1000	EU	503D108G025EU*
1500	QG	503D158F025QG
2200	SJ	503D228F025SJ
3300	TJ	503D338F025TJ

0-35 WVDC, 44 V SURGE

µF	Size Code	Cat. No.
4.7	KA	503D475F035KA
6.8	AS	503D685G035AS*
10	LA	503D106F035LA
22	MB	503D226F035MB
33	NB	503D336F035NB
33	CB	503D336G035CB*
47	NB	503D476F035NB
47	CD	503D476G035CD*
68	NC	503D686F035NC
100	ND	503D107F035ND
150	PD	503D157F035PD
150	DG	503D157G035DG*
220	PE	503D227F035PE
220	DK	503D227G035DK*
330	QE	503D337F035QE
330	EK	503D337G035EK*
470	QE	503D477F035QE
470	ER	503D477G035ER*
680	QG	503D687F035QG
680	EU	503D687G035EU*
1000	SH	503D108F035SH
1500	SJ	503D158F035SJ
2200	TJ	503D228F035TJ
3300	UJ	503D338F035UJ
4700	UK	503D478F035UK

0-50 WVDC, 63 V SURGE

µF	Size Code	Cat. No.
2.2	HS	503D225G050HS*
4.7	AS	503D475G050AS*
6.8	LA	503D685F050LA
15	MB	503D156F050MB
15	BB	503D156G050BB*
22	NB	503D226F050NB
33	CD	503D336G050CD*
47	NC	503D476F050NC
68	CG	503D686G050CG*
100	PD	503D107F050PD
100	DG	503D107G050DG*
150	PE	503D157F050PE
220	QE	503D227F050QE
270	EK	503D227G050EK*
330	QF	503D337F050QF
330	ER	503D337G050ER*
470	QG	503D477F050QG
470	ET	503D477G050ET*
680	SH	503D687F050SH
1000	SJ	503D108F050SJ
1500	TJ	503D158F050TJ
2200	UJ	503D228F050UJ
3300	UK	503D338F050UK

0-63 WVDC, 73 V SURGE

µF	Size Code	Cat. No.
.47	KA	503D474F063KA
.47	HS	503D474G063HS*
.68	KA	503D684F063KA
.68	HS	503D684G063HS*
1.0	KA	503D105F063KA
1.0	HS	503D105G063HS*
1.5	KA	503D155F063KA
1.5	HS	503D155G063HS*
2.2	KA	503D225F063KA
2.2	AS	503D225G063AS*
3.3	KA	503D335F063KA
3.3	AS	503D335G063AS*
4.7	LA	503D475F063LA
4.7	BB	503D475G063BB*
6.8	MB	503D685F063MB
6.8	BB	503D685G063BB*
10	MB	503D106F063MB
10	BB	503D106G063BB*
15	NB	503D156F063NB
15	CB	503D156G063CB*
22	NC	503D226F063NC
22	CB	503D226G063CB*
33	NC	503D336F063NC
33	CG	503D336G063CG*
47	ND	503D476F063ND
47	CG	503D476G063CG*
68	PD	503D686F063PD
68	DG	503D686G063DG*
100	PE	503D107F063PE
100	DK	503D107G063DK*
150	QE	503D157F063QE
150	EK	503D157G063EK*
220	QF	503D227F063QF
270	EU	503D227G063EU*
330	QG	503D337F063QG
330	ET	503D337G063ET*
470	SH	503D477F063SH
680	SJ	503D687F063SJ
1000	TJ	503D108F063TJ
1500	UJ	503D158F063UJ
2200	UK	503D228F063UK

*Available until present stocks are exhausted.

Copyright 1978, Sprague Electric Company

Sizes subject to change without notice

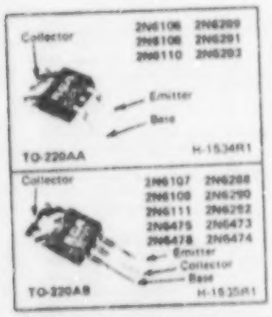
(1) SPRAGUE CAPACITOR, Catalogue C-564A, page 50

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

RCA Solid State Division

Power Transistors
2N6106-2N6111, 2N6288-2N6293, 2N6473-2N6476

File Number 676



Epitaxial-Base, Silicon N-P-N and P-N-P VERSAWATT Transistors

General-Purpose Medium-Power Types for Switching and Amplifier Applications

Features

- Low saturation voltages
- VERSAWATT package (molded silicone plastic)
- Complementary n-p-n and p-n-p types
- Thermal-cycling ratings
- Maximum safe-area-of-operation curves specified for dc operation

RCA-2N6106–2N6111, 2N6288–2N6293, and 2N6473–2N6476 are epitaxial-base silicon transistors supplied in a VERSAWATT package. The 2N6288–2N6293, 2N6473, and 2N6474* are n-p-n complements of p-n-p types 2N6106–2N6111, 2N6475, and 2N6476*, respectively. All these transistors are intended for a wide variety of medium-power switching and amplifier applications, such as series and shunt regulators and driver and output stages of high-fidelity amplifiers.

The 2N6289, 2N6291, and 2N6293 n-p-n types and 2N6106, 2N6108, and 2N6110 p-n-p devices fit into TO-66 sockets. The remaining types are supplied in the JEDEC TO-220AB straight-lead version of the VERSAWATT package. All of these devices are also available on special order in a variety of lead-form configurations. Detailed information on these and other VERSAWATT outlines is contained in "RCA's Lineup of Power Transistors" (PSP-704).

* Formerly RCA Dev. Nos. TA7784, TA8323, TA7783, TA8232, TA7782, TA8231, TA8444, and TA8722, respectively.

* Formerly RCA Dev. Nos. TA8210, TA7741, TA8211, TA7742, TA8212, TA7743, TA8445, and TA8722, respectively.

		2N6288	2N6290	2N6292			
	N-P-N	2N6289	2N6291	2N6293	2N6473	2N6474	
	P-N-P	2N6110♦	2N6108♦	2N6106♦	2N6475♦	2N6476♦	
		2N6111♦	2N6109♦	2N6107♦			
MAXIMUM RATINGS, *Absolute-Maximum Values*							
*COLLECTOR-TO-BASE VOLTAGE	V_{CBO}	40	60	80	110	130	V
*COLLECTOR-TO-EMITTER VOLTAGE							
With external base-supply resistance (R_{BB}) = 100Ω and base supply voltage (V_{BB}) = 0	V_{CEX}	40	60	80	110	130	V
With base open	V_{CEO}	30	50	70	100	120	V
*EMITTER-TO-BASE VOLTAGE	V_{EBO}	5	5	5	5	5	V
*COLLECTOR CURRENT (Continuous)	I_C	1	1	1	4	4	A
At case temperature ≤ 100°C							
*BASE CURRENT (Continuous)	I_B	3	3	3	2	2	A
At case temperature ≤ 130°C							
TRANSISTOR DISSIPATION	P_T						
At case temperatures up to 25°C		40	40	40	40	40	W
* At case temperatures up to 100°C		16	16	16	16	16	W
At ambient temperatures up to 25°C		1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	W
At case temperatures above 25°C		Derate linearly at 0.32 W/°C, or see Fig. 2					
* At case temperatures above 100°C		Derate linearly at 0.32 W/°C					
At ambient temperatures above 25°C		Derate linearly at 0.0144 W/°C					
*TEMPERATURE RANGE							
Storage and Operating (Junction)		← −65 to 150 →					°C
*LEAD TEMPERATURE (During Soldering)							
At distance ≥ 1/8 in. (3.17 mm) from case for 10 s max.		← 235 →					°C

* In accordance with JEDEC registration data format (JS-6 RDF 2)

♦ For p-n-p devices, voltage and current values are negative.

Trademark(s) Registered ®
Marca(s) Registrada(s)

Information furnished by RCA is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by RCA for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of RCA.

Printed in USA/8-74

Supersedes issue dated 10-73

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

File No. 676

2N6106-2N6111,
2N6288-2N6293,
2N6473-2N6476

ELECTRICAL CHARACTERISTICS, *At Case Temperature (T_C) = 25°C Unless Otherwise Specified*

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITIONS[♦] VOLTAGE V dc		CURRENT A dc		LIMITS 2N6292 2N6293 2N6106[♦] 2N6107[♦]		2N6290 2N6291 2N6108[♦] 2N6109[♦]		UNITS
		V_{CE}	V_{BE}	I_C	I_B	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
Collector-Cutoff Current:										
With external base-to-emitter resistance (R_{BE}) = 100 Ω	I_{CER}	75				–	0.1	–	–	mA
		55				–	–	0.1		
With (R_{BE}) = 100 Ω and T_C = 150°C		70				–	2	–	–	
		50				–	–	–	2	
* With base-emitter junction reverse-biased	I_{CEX}	75	−1.5			–	0.1	–	–	mA
		55	−1.5			–	–	–	0.1	
* With base-emitter junction reverse-biased and T_C = 150°C		70	−1.5			–	2	–	–	
		50	−1.5			–	–	–	2	
* With base open	I_{CEO}	40			0	–	–	–	1	mA
		60			0	–	1	–	–	
* Emitter-Cutoff Current	I_{EBO}		−5	0		–	1	–	1	mA
Collector-to-Emitter Sustaining Voltage:										
* With base open	$V_{CEO(sus)}$			0.1[♦]	0	70	–	50	–	V
With external base-to-emitter resistance (R_{BE}) = 100 Ω	$V_{CER(sus)}$			0.1		80	–	60	–	V
* DC Forward-Current Transfer Ratio	h_{FE}	1		3[♦]		30	150	–	–	
		4		2.5[♦]		–	–	30	150	
		4		3[♦]		2.3	–	2.3	–	
* Base-to-Emitter Voltage 2N6292, 2N6293	V_{BE}	4		3[♦]		–	1.8	–	–	V
2N6290, 2N6291		4		2.5[♦]		–	–	–	1.5	
All Types		4		3[♦]		–	3	–	3	
* Collector-to-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$			3[♦]	0.2	–	1	–	–	V
				2.5[♦]	0.25	–	–	–	1	
				3[♦]	3[♦]	–	3.5	–	3.5	
* Common-Emitter, Small-Signal Forward-Current Transfer Ratio f = 50 kHz	h_{fe}	4		0.5		20	–	20	–	
Gain-Bandwidth Product: 2N6290-2N6293	f_T	4		0.5		4	–	4	–	MHz
2N6106-2N6109		−4		−0.5		10	–	10	–	
* Magnitude of Common-Emitter, Small-Signal, Forward-Current Transfer Ratio f = 1 MHz 2N6290-2N6293 2N6106-2N6109	$\lvert h_{fe} \rvert$	4		0.5		4	–	4	–	
		−4		−0.5		10	–	10	–	
* Collector-to-Base Capacitance f = 1 MHz, V_{CB} = 10 V	C_{obo}			0		–	250	–	250	pF
Thermal Resistance Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$					–	3.125	–	3.125	°C/W
Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$					–	70	–	70	

[♦]Pulsed: Pulse duration = 300 μs, duty factor = 0.018.

[♦]For p-n-p devices, voltage and current values are negative.

*In accordance with JEDEC registration data format (JS-6 RDF 2)

CAUTION: The sustaining voltage $V_{CER(sus)}$ MUST NOT be measured on a curve tracer.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

2N6106-2N6111,
2N6288-2N6293,
2N6473-2N6476

File No. 676

ELECTRICAL CHARACTERISTICS, *At Case Temperature (T_C) = 25°C Unless Otherwise Specified*

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITIONS[a] VOLTAGE V dc		CURRENT A dc		LIMITS 2N6288 2N6289		LIMITS 2N6110[d] 2N6111[d]		UNITS
		V_{CE}	V_{BE}	I_C	I_B	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
Collector-Cutoff Current: With external base-to-emitter resistance (R_{BE}) = 100 Ω	I_{CEX}	35				–	0.1	–	–0.1	mA
With (R_{BE}) = 100 Ω and T_C = 150°C		30				–	2	–	–2	
• With base-emitter junction reverse-biased	I_{CEX}	37.5	–1.5			–	0.1	–	–0.1	mA
• With base-emitter junction reverse-biased and T_C = 150°C		30	–1.5			–	2	–	–2	
• With base open	I_{CEO}	20			0	–	1	–	–1	mA
• Emitter-Cutoff Current	I_{EBO}		5	0		–	1	–	–1	mA
Collector-to-Emitter Sustaining Voltage:										
• With base open	$V_{CEO(sus)}$			0.1[b]	0	30	–	–30	–	V
With external base-to-emitter resistance (R_{BE}) = 100 Ω	$V_{CER(sus)}$			0.1		40	–	–40	–	V
• DC Forward Current Transfer Ratio	h_{FE}	4 4		3[b] 7[b]		30 2.3	150 –	30 2.3	150 –	
• Base-to-Emitter Voltage: 2N6288, 2N6289	V_{BE}	4		3[b]		–	1.5	–	–	V
All Types		4		7[b]		–	3	–	3	
• Collector-to-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$			3[b] 7[b]	0.3 3	– –	1 3.5	– –	–1 –3.5	V
• Common-Emitter, Small-Signal, Forward-Current Transfer Ratio: f = 50 kHz	h_{fe}	4		0.5		20	–	20	–	
Gain-Bandwidth Product: 2N6288-2N6293	f_T	4		0.5		4	–	–	–	MHz
2N6110-2N6111		–4		–0.5		–	–	10	–	
• Magnitude of Common-Emitter, Small-Signal Forward-Current Transfer Ratio: f = 1 MHz 2N6288-2N6289	$\lvert h_{fe} \rvert$	4		0.5		4	–	–	–	
2N6110-2N6111		–4		–0.5		–	–	10	–	
• Collector-to-Base Capacitance: f = 1 MHz, V_{CB} = 10 V	C_{obo}			0		–	250	–	250	pF
Thermal Resistance: Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$					–	3.125	–	3.125	°C/W
Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$					–	70	–	70	

[a]Pulsed: Pulse duration = 300 μs, duty factor = 0.018.

[b]For p-n-p devices, voltage and current values are negative.

[d]In accordance with JEDEC registration data format (JS-6 RDF-2).

CAUTION: The sustaining voltage $V_{CER(sus)}$ MUST NOT be measured on a curve tracer.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

File No. 676

2N6101-2N6111,
2N6288-2N6293,
2N6473-2N6476

ELECTRICAL CHARACTERISTICS, *At Case Temperature (T_C) = 25°C Unless Otherwise Specified*

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITIONS[a]				LIMITS				UNITS
		VOLTAGE V dc		CURRENT A dc		2N6474 2N6476[b]		2N6473 2N6475[b]		
		V_{CE}	V_{BE}	I_C	I_B	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
Collector-Cutoff Current:										
With external base-to-emitter resistance (R_{BE}) = 100 Ω	I_{CER}	120				–	0.1	–	–	mA
		100				–	–	–	0.1	
With (R_{BE}) = 100 Ω and T_C = 100°C		120				–	2	–	–	
		100				–	–	–	2	
• With base-emitter junction reverse-biased	I_{CEX}	120	−1.5			–	0.1	–	–	mA
		100	−1.5			–	–	–	0.1	
• With base-emitter junction reverse-biased and T_C = 100°C		120	−1.5			–	2	–	–	
		100	−1.5			–	–	–	2	
• With base open	I_{CEO}	60			0	–	1	–	–	mA
		50			0	–	–	–	1	
• Emitter-Cutoff Current	I_{EBO}		−5	0		–	1	–	1	mA
Collector-to-Emitter Sustaining Voltage:										
• With base open	$V_{CEO(sus)}$			0.1[c]	0	120	–	100	–	V
With external base-to-emitter resistance (R_{BE}) = 100 Ω	$V_{CER(sus)}$			0.1		130	–	110	–	V
• DC Forward Current Transfer Ratio	h_{FE}	4		1.5[b]		15	150	15	150	
		2.5		4[b]		2	–	2	–	
• Base-to-Emitter Voltage	V_{BE}	4		1.5[b]		–	2	–	2	V
		2.5		4[b]		–	3.5	–	3.5	
• Collector-to-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$			1.5[b]	0.15	–	1.2	–	1.2	V
				4[b]	2	–	2.5	–	2.5	
• Common-Emitter, Small-Signal, Forward-Current Transfer Ratio f = 50 kHz	h_{fe}	4		0.5		20	–	20	–	
Gain-Bandwidth Product:										
2N6473, 2N6474	f_T	4		0.5		4	–	4	–	MHz
2N6475, 2N6476		−4		−0.5		10	–	10		
• Magnitude of Common-Emitter, Small-Signal, Forward-Current Transfer Ratio f = 1 MHz										
2N6473, 2N6474	$\lvert h_{fe} \rvert$	4		0.5		4	–	4	–	
2N6475, 2N6476		−4		−0.5		10	–	10	–	
• Collector-to-Base Capacitance f = 1 MHz, V_{CB} = 10 V	C_{obo}			0		–	250	–	250	pF
Thermal Resistance:										
Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$					–	3.125	–	3.125	°C/W
Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$					–	70	–	70	

[a]Pulsed: Pulse duration = 300 μs, duty factor = 0.018.

[b]For p-n-p devices, voltage and current values are negative.

[c]In accordance with JEDEC registration data format (JS-6 RDF-2).

CAUTION: The sustaining voltage $V_{CER(sus)}$ MUST NOT be measured on a curve tracer.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

2N6106-2N6111,
2N6288-2N6293,
2N6473-2N6476

File No. 676

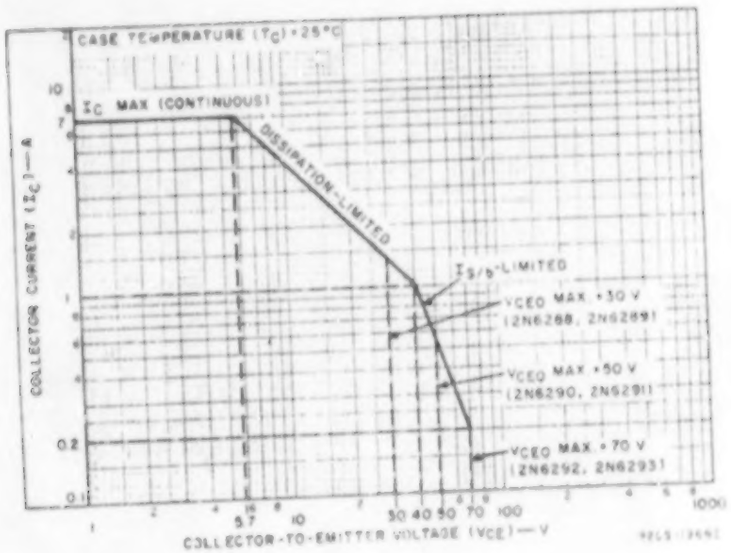


Fig. 1 – Maximum operating areas for 2N6288 – 2N6293

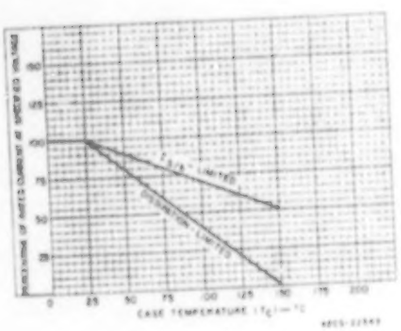


Fig. 2 – Current derating curves for all types

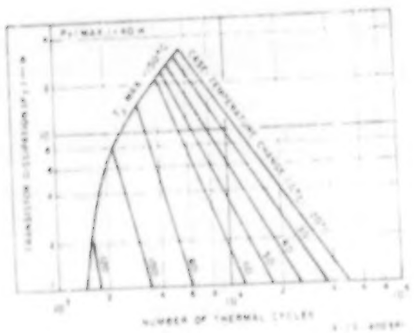


Fig. 3 – Thermal cycling ratings for all types

CARACTERISTIQUES TECHNICJES

File No. 676 — 2N6106-2N6111, 2N6288-2N6293, 2N6473-2N6476

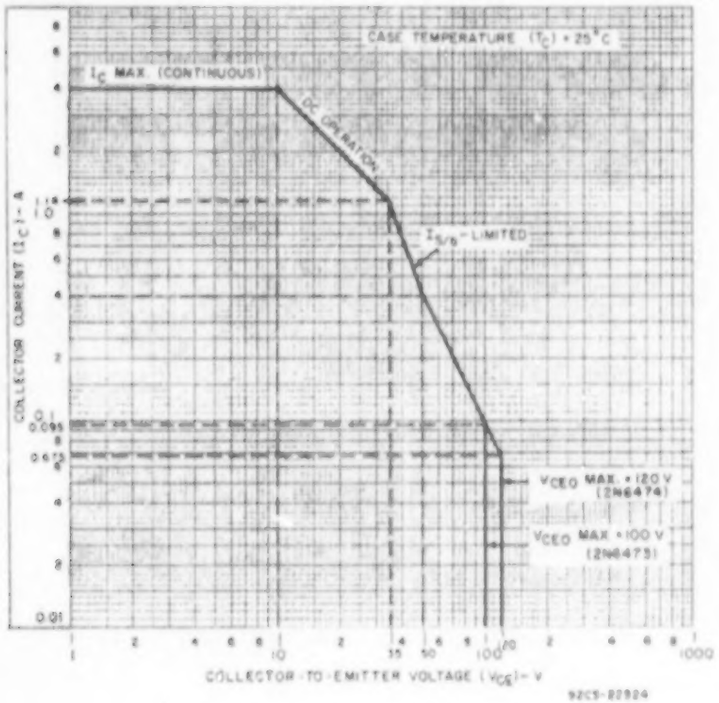


Fig. 4 – Maximum operating areas for 2N6473 and 2N6474.

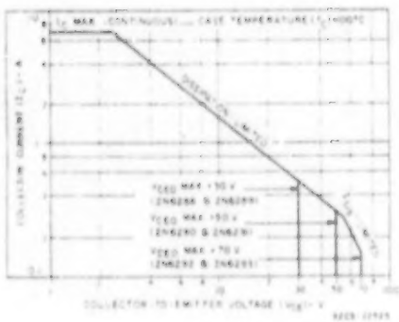


Fig. 5 – Maximum operating areas for 2N6288 – 2N6293.

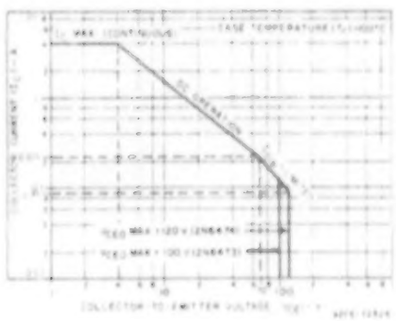


Fig. 6 – Maximum operating areas for 2N6473 – 2N6474.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

2N6108-2N6111,
2N6288-2N6293,
2N6473-2N6476

File No. 676

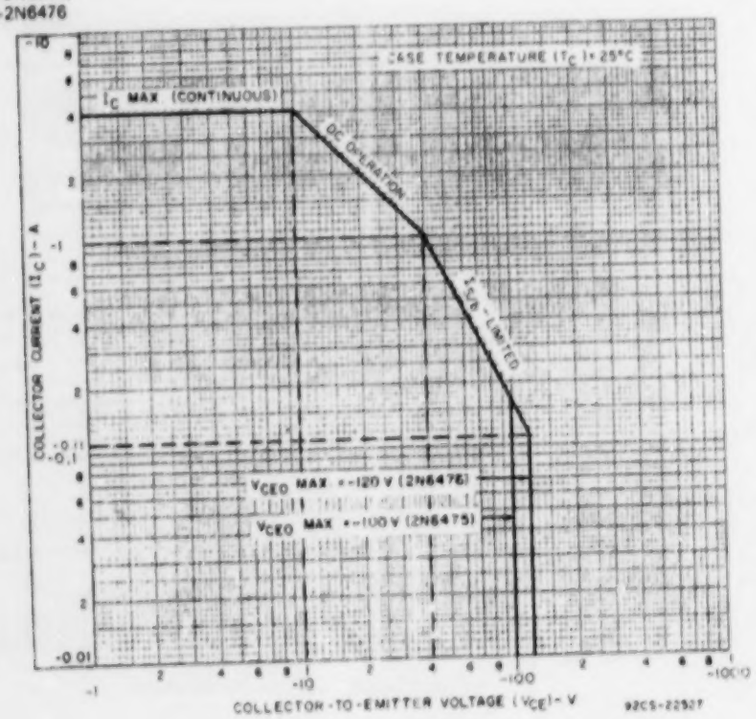


Fig. 7 – Maximum operating areas for 2N6475 – 2N6476.

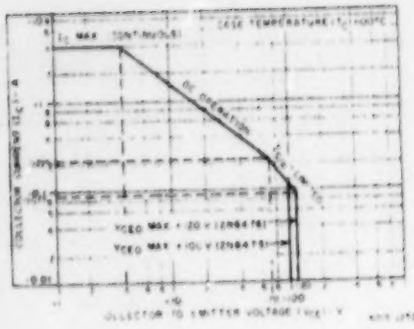


Fig. 8 – Maximum operating areas for 2N6475 and 2N6476.

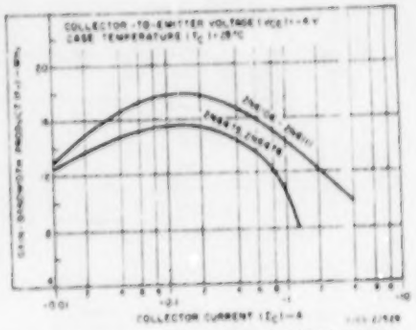


Fig. 9 – Typical gain-bandwidth product for 2N6106 – 2N6111, 2N6476, and 2N6476.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

File No. 676 — 2N6106-2N6111, 2N6288-2N6293, 2N6473-2N6476

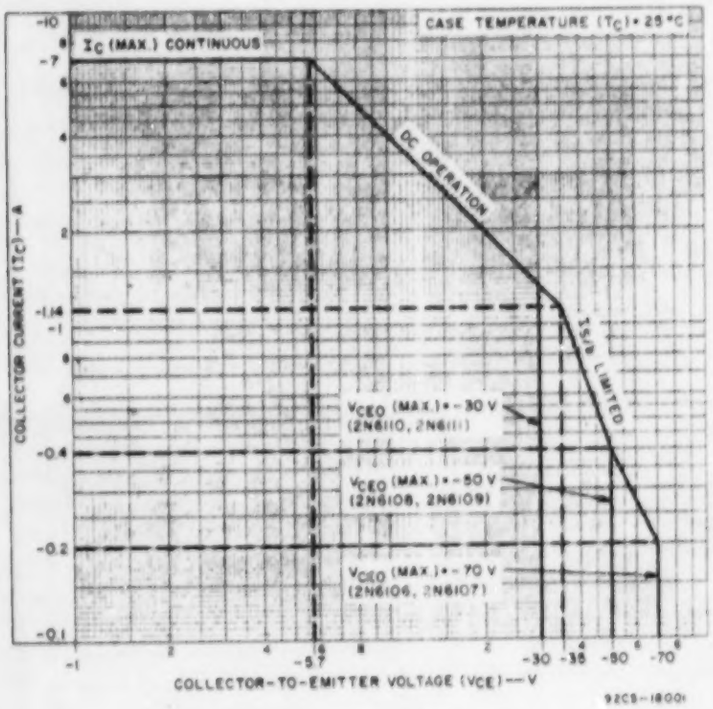


Fig. 10 – Maximum operating areas for 2N6106 – 2N6111

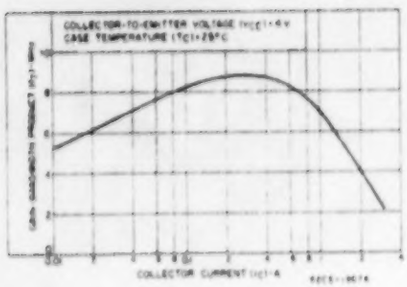


Fig. 11 – Typical gain-bandwidth product for 2N6288 – 2N6293

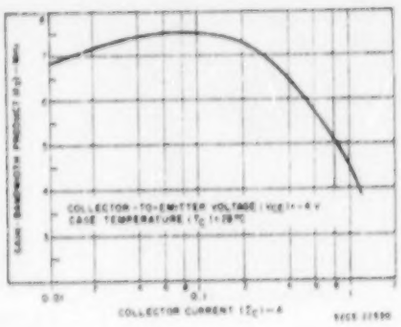


Fig. 12 – Typical gain-bandwidth product for 2N6473 and 2N6476

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

2N6108-2N6111,
2N6288-2N6293,
2N6473-2N6476 — File No. 676

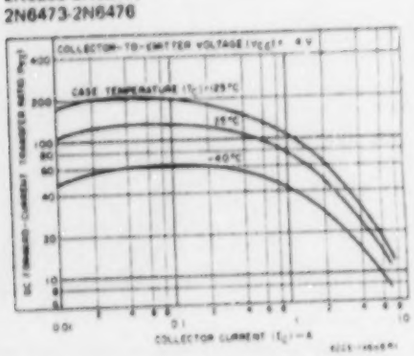


Fig. 13 – Typical dc beta characteristics for 2N6288 – 2N6293.

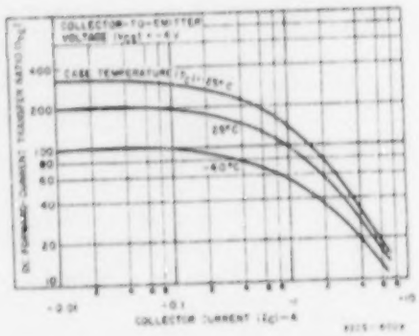


Fig. 14 – Typical dc beta characteristics for 2N6108 – 2N6111.

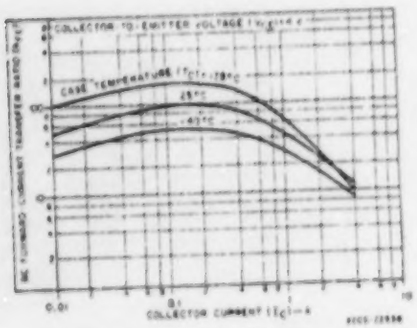


Fig. 15 – Typical dc beta characteristics for 2N6473 and 2N6474.

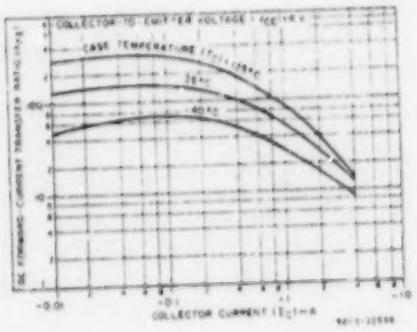


Fig. 16 – Typical dc beta characteristics for 2N6475 and 2N6476.

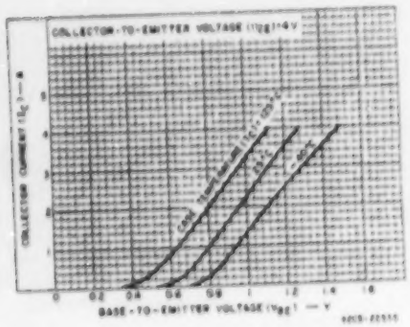


Fig. 17 – Typical transfer characteristics for 2N6288 – 2N6293.

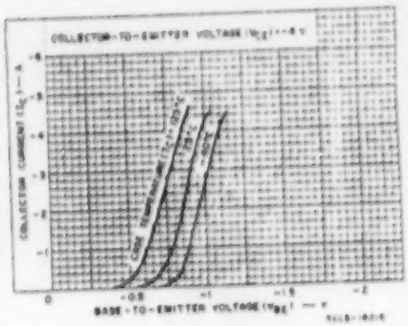


Fig. 18 – Typical transfer characteristics for 2N6108 – 2N6111.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

File No. 676 — 2N6106-2N6111, 2N6288-2N6293, 2N6473-2N6476

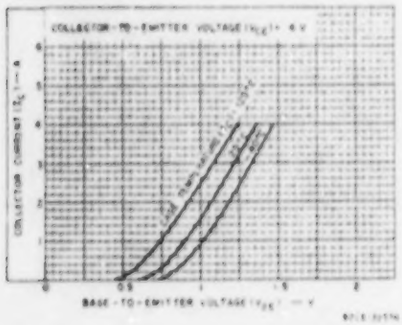


Fig. 19 – Typical transfer characteristics for 2N6473 and 2N6474.

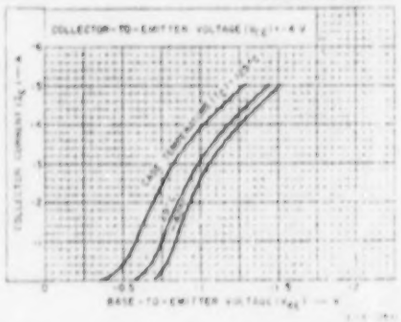


Fig. 20 – Typical transfer characteristics for 2N6475 and 2N6476.

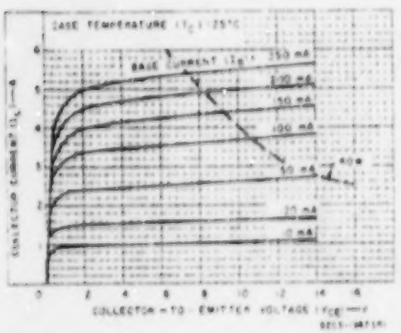


Fig. 21 – Typical output characteristics for 2N6288 – 2N6293.

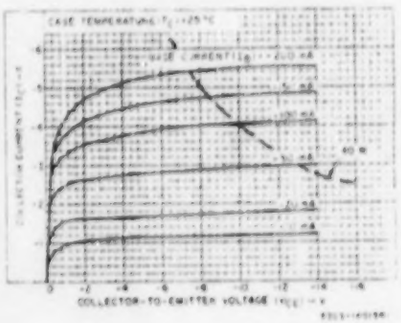


Fig. 22 – Typical output characteristics for 2N6106 – 2N6111.

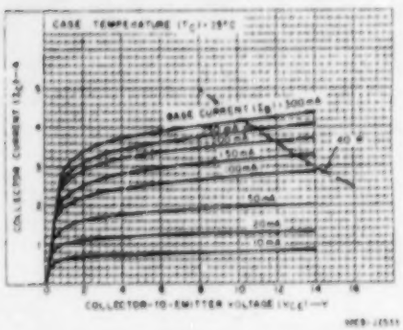


Fig. 23 – Typical output characteristics for 2N6473 and 2N6474.

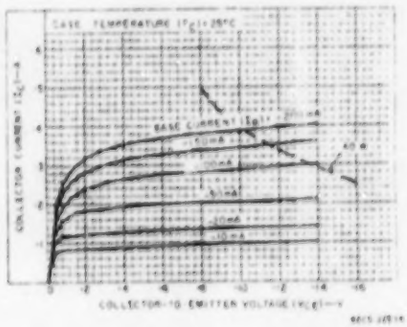


Fig. 24 – Typical output characteristics for 2N6475 and 2N6476.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

2N6108-2N6111,
2N6288-2N6293,
2N6473-2N6476

File No. 676

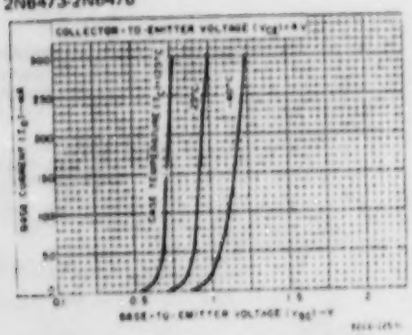


Fig. 25 – Typical input characteristics for 2N6288 – 2N6293.

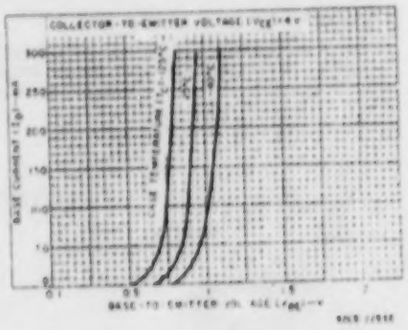


Fig. 26 – Typical input characteristics for 2N6473 and 2N6174.

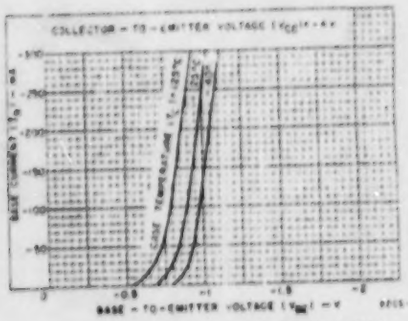


Fig. 27 – Typical input characteristics for 2N6108 – 2N6111, 2N6475, and 2N6476.

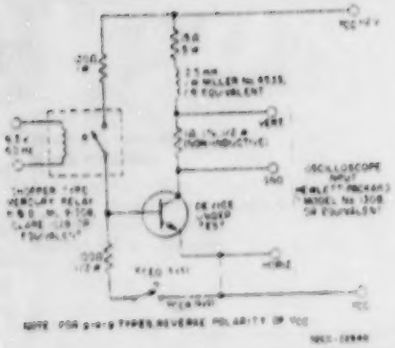


Fig. 29 – Circuit used to measure sustaining voltage $V_{CEX(sus)}$ for all types.

Note: Curve will be inverted and polarity reversed for p-n-p types. The sustaining voltage, $V_{CEX(sus)}$, is considered when the traces fall to the right and above the designated points.

Point A: 2N6110, 2N6111, 2N6288, 2N6289
Point B: 2N6108, 2N6109, 2N6290, 2N6291
Point C: 2N6106, 2N6107, 2N6292, 2N6293
Point D: 2N6475, 2N6473
Point E: 2N6476, 2N6474

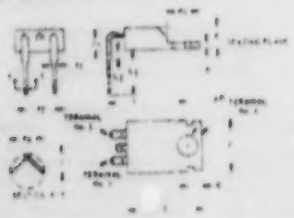
Fig. 30 – Oscilloscope display for measurement of sustaining voltage (test circuit shown in Fig. 29).

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

File No. 676

2N6106-2N6111,
2N6288-2N6293,
2N6473-2N6476

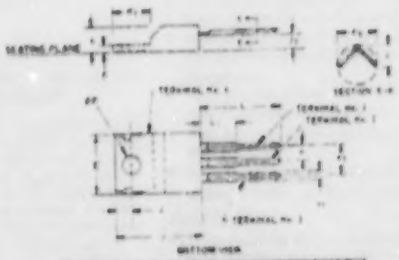
DIMENSIONAL OUTLINE FOR 2N6106, 2N6108, 2N6110, 2N6289, 2N6291, and 2N6293
JEDEC TO-220AA



SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS		NOTES
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
A	0.160	0.190	3.56	4.82	-
b	0.02	0.040	0.51	1.14	-
b1	0.045	0.070	1.15	1.77	-
c	0.015	0.030	0.38	0.762	-
D	0.560	0.575	14.23	14.87	-
E	0.380	0.420	9.66	10.66	1
e	0.095	0.105	2.42	2.66	2
e1	0.190	0.210	4.83	5.33	2
F	0.045	0.055	1.15	1.39	-
H1	0.230	0.270	5.85	6.85	1
J1	0.090	0.115	2.04	2.92	-
L2		0.050		1.27	-
L3	0.350	0.422	8.89	10.71	-
P	0.139	0.147	3.531	3.732	-
Q	0.100	0.120	2.54	3.04	-
S	0.539	0.611	13.74	15.49	-

NOTES
1. Tab contour optional within H1 and E
2. Position of lead to be measured 0.050 - 0.055 (1.27 - 1.40 mm) below seating plane

DIMENSIONAL OUTLINE FOR 2N6107, 2N6109, 2N6111, 2N6288, 2N6290, 2N6473, 2N6474, 2N6475, and 2N6476
JEDEC TO-220AB



SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS		NOTES
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
A	0.160	0.190	3.66	4.82	
b	0.020	0.040	0.51	1.14	
b1	0.045	0.070	1.15	1.77	-
c	0.015	0.030	0.38	0.762	
D	0.560	0.625	14.23	15.87	
E	0.380	0.420	9.66	10.66	1
e	0.095	0.105	2.29	2.79	2
e1	0.190	0.210	4.83	5.33	2
F	0.045	0.055	1.15	1.39	-
H1	0.230	0.270	5.85	6.85	1
J1	0.090	0.115	2.58	2.92	-
L	0.500	0.562	12.70	14.27	-
L1	-	0.250	-	6.35	-
P	0.139	0.147	3.531	3.733	-
Q	0.100	0.120	2.54	3.04	-

NOTES
1. Tab contour optional within H1 and E
2. Position of lead to be measured 0.250 - 0.300 in. (6.35 - 7.62 mm) from case

TERMINAL CONNECTIONS
JEDEC TO-220AA

Lead No.1 – Base
Stub – Do not use stub as tie point
Lead No.3 – Emitter
Mounting Flange – Collector

TERMINAL CONNECTIONS
JEDEC TO-220AB

Lead No.1 – Base
Lead No.2 – Collector
Lead No.3 – Emitter
Mounting Flange – Collector

When incorporating RCA Solid State Devices in equipment, it is recommended that the designer refer to "Operating Considerations for RCA Solid State Devices", Form No. 1CE-403, available on request from RCA Solid State Division, Box 3200, Somerville, NJ 08876.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES (1)

CA3094, CA3094A, CA3094B Types

Programmable Power Switch/Amplifier

For Control & General-Purpose Applications

CA3094T,S,E: For Operation Up to 24 Volts
CA3094AT,S,E: For Operation Up to 36 Volts
CA3094BT,S: For Operation Up to 44 Volts

The CA3094 is a differential-input power-control switch/amplifier with auxiliary circuit features for ease of programmability. For example, an error or unbalance signal can be amplified by the CA3094 to provide an on-off signal or proportional-control output signal up to 100 mA. This signal is sufficient to directly drive high-current thyristors, relays, dc loads, or power transistors. The CA3094 has the generic characteristics of the RCA-CA3080 operational amplifier directly coupled to an integral Darlington power transistor capable of sinking or driving currents up to 100 mA.

The gain of the differential input stage is proportional to the amplifier bias current (I_{ABC}), permitting programmable variation of the integrated circuit sensitivity with either digital and/or analog programming signals. For example, at an I_{ABC} of 100 μA, a one millivolt change at the input will change the output from 0 to 100 mA (typical).

The CA3094 is intended for operation up to 24 volts and is especially useful for timing circuits, in automotive equipment, and in other applications where operation up to 24 volts is a primary design requirement (see Figs.28,29 and 30 in Applications Section). The CA3094A and CA3094B are like the CA3094 but are intended for operation up to 36 and 44 volts, respectively (single or dual supply).

These types are available in 8-lead TO-5 style packages with standard leads ("T" suffix) and with dual-in-line formed leads "DIL-CAN" ("S" suffix). Type CA3094 is also available in an 8-lead dual-in-line plastic package "MINI-DIP" ("E" suffix), and in chip form ("H" suffix).

Features:

- Designed for single or dual power supply
- Programmability: strobing, gating, squelching, AGC capabilities
- Can deliver 3 watts (avg.) or 10 W (peak) to external load (in switching mode)
- High-power, single-ended class A amplifier will deliver power output of 0.6 watt (1.6 W device dissipation)
- Total harmonic distortion (THD) @ 0.6 W in class A operation — 1.4% typ.
- High current-handling capability — 100 mA (avg.), 300 mA (peak)
- Sensitivity controlled by varying bias current
- Output: "sink" or "drive" capability

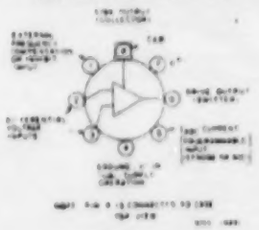
Applications:

- Error-signal detector: temperature control with thermistor sensor; speed control for shunt wound dc motor
- Over-current, over-voltage, over-temperature protectors
- Dual-tracking power supply with RCA-CA3085
- Wide-frequency-range oscillator • Analog timer
- Level detector • Alarm systems • Voltage follower
- Ramp-voltage generator • High-power comparator
- Ground-fault interrupter (GFI) circuits

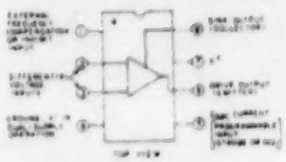
MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values	CA3094	CA3094A	CA3094B	
DC SUPPLY VOLTAGE				
Dual Supply	±12 V	±18 V	±22 V	V
Single Supply	24 V	36 V	44 V	V
DC DIFFERENTIAL-INPUT VOLTAGE (Terminals 2 and 3)	±5*			V
DC COMMON-MODE INPUT VOLTAGE	Term. 4 & Term. 7 & 3 & Term. 7			
PEAK INPUT SIGNAL CURRENT (Terminals 2 and 3)	±1			mA
PEAK AMPLIFIER BIAS CURRENT (Terminal 5)	2			mA
OUTPUT CURRENT				
Peak	300			mA
Average	100			mA
DEVICE DISSIPATION				
Up to T_A = 55°C				
Without heat sink	630			mW
With heat sink	1.6			W
Above T_A = 55°C:				
Without heat sink derate linearly	6.67			mW/°C
With heat sink derate linearly	16.7			mW/°C
THERMAL RESISTANCE (Junction to Air)	140			°C/W
AMBIENT TEMPERATURE RANGE				
Operating	−55 to +125			°C
Storage	−65 to +150			°C
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING)				
At distance 1/16 ± 1/32 in. (1.59 ± 0.79 mm) from case for 10 s max	+300			°C

*Exceeding this voltage rating will not damage the device unless the peak input signal current (1 mA) is also exceeded.

FUNCTIONAL DIAGRAMS



TO-5 Style Package



Plastic Package

(1) RCA Solid State, Linear Integrated Circuits.

CA3094, CA3094A, CA3094B Types

ELECTRICAL CHARACTERISTICS at T_A = 25°C For Equipment Design

CHARACTERISTIC	TEST CONDITIONS (Single Supply V^+ = 30 V, Dual Supply V^+ = 15 V, V^- = 15 V, I_{ABC} = 100 µA Unless Otherwise Specified)	LIMITS Min.	Typ.	Max.	UNITS
INPUT PARAMETERS					
Input Offset Voltage V_{IO}	T_A = 25°C	–	0.4	5	mV
	T_A = 0 to 70°C	–	–	7	mV
Input-Offset-Voltage Change $\lvert\Delta V_{IO}\rvert$	Change in V_{IO} Between I_{ABC} = 100 µA and I_{ABC} = 5 µA	–	1	8	mV
Input Offset Current I_{IO}	T_A = 25°C	–	0.02	0.2	µA
	T_A = 0 to 70°C	–	–	0.3	µA
Input Bias Current I_I	T_A = 25°C	–	0.2	0.50	µA
	T_A = 0 to 70°C	–	–	0.70	µA
Device Dissipation P_D	I_{out} = 0	8	10	12	mW
Common-Mode Rejection Ratio CMRR		70	110	–	dB
Common-Mode Input-Voltage Range V_{ICR}	V^+ = 30 V (High)	27	28.8	–	V
	V^+ = 30 V (Low)	1.0	0.5	–	V
	V^+ = 15 V	+12	+13.8	–	V
	V^- = 15 V	−14	−14.5	–	V
Unity Gain-Bandwidth	I_C = 7.5 mA, V_{CE} = 15 V, I_{ABC} = 500 µA	–	30	–	MHz
Open-Loop Bandwidth At −3 dB Point BW_{OL}	I_C = 7.5 mA, V_{CE} = 15 V, I_{ABC} = 500 µA	–	4	–	kHz
Total Harmonic Distortion (Class A Operation) THD	P_O = 220 mW	–	0.4	–	%
	P_O = 600 mW	–	1.4	–	
Amplifier Bias Voltage V_{ABC} (Terminal No.5 to Terminal No.4)		–	0.68	–	V
Input Offset Voltage Temperature Coefficient $\Delta V_{IO}/\Delta T$		–	4	–	µV/°C
Power-Supply Rejection $\Delta V_{IO}/\Delta V$		–	15	150	µV/V
1/F Noise Voltage E_N	f = 10 Hz, I_{ABC} = 50 µA	–	18	–	$\eta V/\sqrt{Hz}$
1/F Noise Current I_N	f = 10 Hz, I_{ABC} = 50 µA	–	1.8	–	$pA/\sqrt{Hz}$
Differential Input Resistance R_I	I_{ABC} = 20 µA	0.50	1	–	MΩ
Differential Input Capacitance C_I	f = 1 MHz, V^+ = 30 V	–	2.6	–	pF

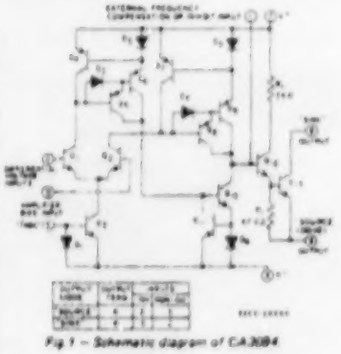


Fig.1 – Schematic diagram of CA3094.

TYPICAL CHARACTERISTICS CURVES

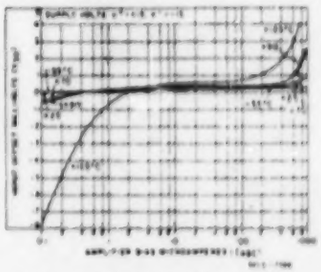


Fig.2 – Input offset voltage vs. amplifier bias current (I_{ABC}, terminal No.5).

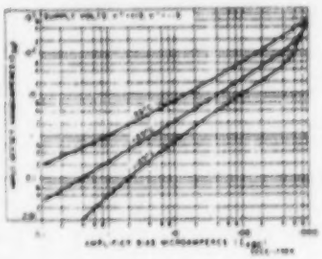


Fig.3 – Input offset current vs. amplifier bias current (I_{ABC}, terminal No.5).

(1) RCA Solid State, Linear Integrated Circuits.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES (1)

CA3094, CA3094A, CA3094B Types

ELECTRICAL CHARACTERISTICS at T_A = 25°C For Equipment Design

CHARACTERISTIC	TEST CONDITIONS	LIMITS			UNITS
	Single Supply V⁺ = 30 V Dual Supply V⁺ = 15 V, V⁻ = 15 V I_{ABC} = 100 µA Unless Otherwise Specified	Min.	Typ.	Max.	
OUTPUT PARAMETERS (Differential Input Voltage = 1V)					
Peak Output Voltage (Terminal No. 6) With Q13 "ON" V⁺OM With Q13 "OFF" V⁻OM	V⁺ = 30 V R_L = 2 kΩ to ground	26 –	27 0.01	– 0.05	V V
Peak Output Voltage (Terminal No. 6) Positive V⁺OM Negative V⁻OM	V⁺ = +15 V, V⁻ = -15 V R_L = 2 kΩ to −15 V	+11 –	+12 −14.99	0.5 – −14.95	V V
Peak Output Voltage (Terminal No. 8) With Q13 "ON" V⁺OM With Q13 "OFF" V⁻OM	V⁺ = 30 V R_L = 2 kΩ to 30 V	29.95 –	29.99 0.040	– –	V V
Peak Output Voltage (Terminal No. 8) Positive V⁺OM Negative V⁻OM	V⁺ = 15 V, V⁻ = − 15 V R_L = 2 kΩ to + 15 V	+14.95 –	+14.99 14.9[illegible]	– –	V V
Collector-to-Emitter Saturation Voltage (Terminal No. 8) $V_{CE(sat)}$	V⁺ = 30 V I_C = 50 mA Terminal No 6 grounded	–	0.17	0.90	V
Output Leakage Current (Terminal No. 6 to Terminal No. 4)	V⁺ = 30 V	–	2	10	µA
Composite Small-Signal Current Transfer Ratio (Beta) (Q_{12} and Q_{13}) h_{fe}	V⁺ = 30 V V_{CE} = 5 V I_C = 90 mA	16,000	100,000	–	
Output Capacitance Terminal No. 6 C_O Terminal No. 8	f = 1 MHz All Remaining Terminals Tied to Terminal No. 4	– –	5.5 17	– –	pF pF
TRANSFER PARAMETERS					
Voltage Gain A	V⁺ = 30 V I_{ABC} = 100 µA ΔV_{out} = 20 V R_L = 2 kΩ	20,000 86	100,000 100	– –	V/V dB
Forward Transconductance G_f Terminal No. 1 g_m		1650	2200	2750	µmhos
Slew Rate Open Loop Positive Slope Negative Slope	I_{ABC} = 500 µA R_L = 2 kΩ	– –	500 50	– –	V/µs V/µs
Unity Gain (Non-Inverting, Compensated)	I_{ABC} = 500 µA R_L = 2 kΩ	–	0.7	–	V/µs

TYPICAL CHARACTERISTICS CURVES (Cont'd)

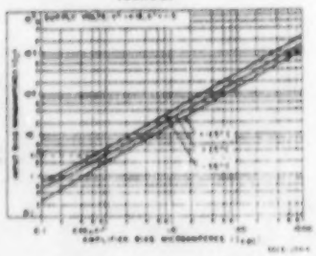


Fig. 4 – Input bias current vs. amplifier bias current (I_{ABC}, terminal No. 5).

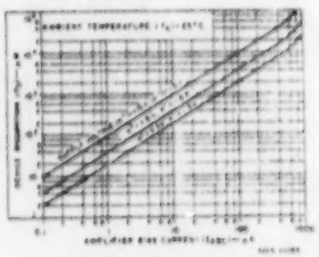


Fig. 5 – Device dissipation vs. amplifier bias current (I_{ABC}, terminal No. 5).

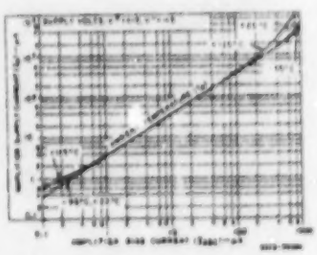


Fig. 6 – Amplifier supply current vs. amplifier bias current (I_{ABC}, terminal No. 5).

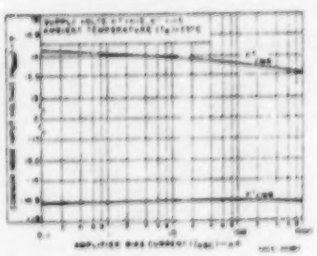


Fig. 7 – Common mode input voltage vs. amplifier bias current (I_{ABC}, terminal No. 5).

(1) RCA Solid State, Linear Integrated Circuits.

CA3094, CA3094A, CA3094B Types

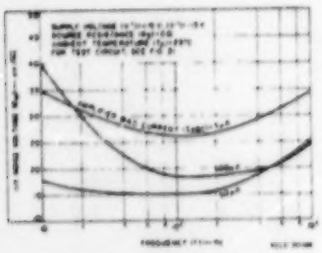


Fig.8 – I/F Noise voltage vs. frequency.

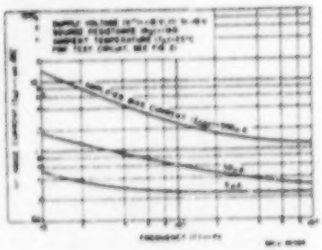


Fig.9 – I/F Noise current vs. frequency.

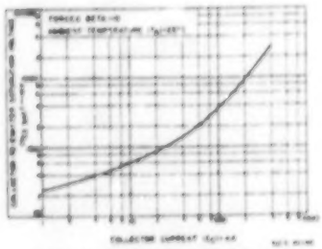


Fig.10 – Collector-emitter saturation voltage vs. collector current of output transistor Q_{13}.

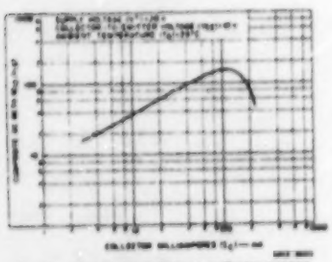


Fig.11 – Composite dc beta vs. collector current of Darlington-connected output transistors (Q_{13}, Q_{13}).

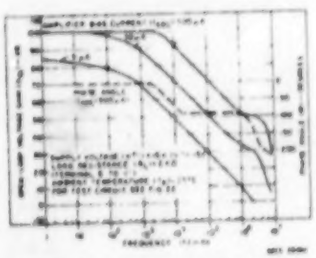


Fig.12 – Open-loop voltage gain vs. frequency.

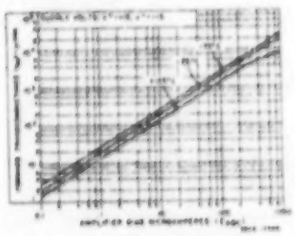


Fig.13 – Forward transconductance vs amplifier bias current.

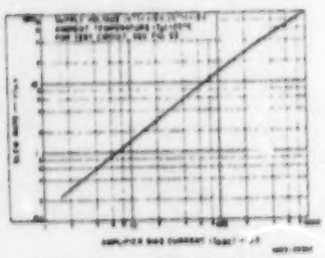


Fig.14 – Slew rate vs amplifier bias current.

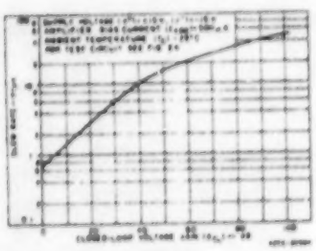


Fig.15 – Slew rate vs closed-loop voltage gain.

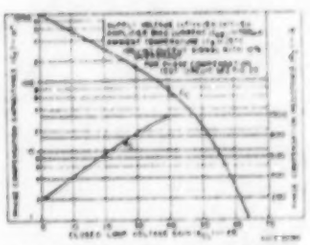


Fig.16 – Phase compensation capacitance and resistance vs closed-loop voltage gain.

OPERATING CONSIDERATIONS

The "Sink" Output (terminal No.9) and the "Drive" Output (terminal No.6) of the CA3094 are not inherently current (or power) limited. Therefore, if a load is connected between terminal No.6 and terminal No.4 (V⁻ or ground), it is important to connect a current-limiting resistor between terminal 8 and terminal No.7 (V⁺) to protect transistor Q_{13} under shorted load conditions. Similarly, if a load is connected between terminal No.8 and terminal No.7, the current-limiting resistor should be connected between terminal No.8 and terminal No.4 or ground. In circuit applications where the emitter of the output transistor is not connected to the most negative potential in the system, it is recommended that a 100-ohm current-limiting resistor be inserted between terminal No.7 and the V⁺ supply.

TEST CIRCUITS

I/F Noise Measurement Circuit

When using the CA3094, A, or B audio amplifier circuits, it is frequently necessary to consider the noise performance of the devices. Noise measurements are made in the circuit shown in Fig.21. This circuit is a 30-dB, non-inverting amplifier with emitter-follower output and phase compensation from terminal No.2 to ground. Source resistors (R_S) are set to 0.Ω or 1 MΩ for E noise and I noise measurements, respectively. These measurements are made at frequencies of 10, Hz, 100 Hz, and 1 kHz with a 1-Hz measurement bandwidth. Typical values for 1/f noise at 10 Hz and 50 μA I_{ABC} are E_N = 18 $nV/\sqrt{Hz}$ and I_N = 1.8 $pA/\sqrt{Hz}$.

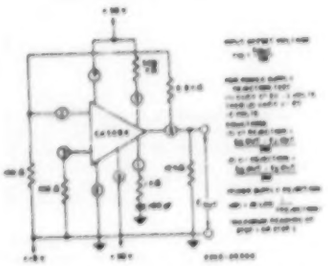


Fig.17 – Input offset voltage and power supply rejection test circuit.

(1) RCA Solid State, Linear Integrated Circuits.

TEST CIRCUITS (Cont'd)

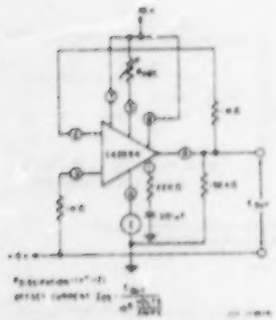


Fig. 18 – Input offset current test circuit.

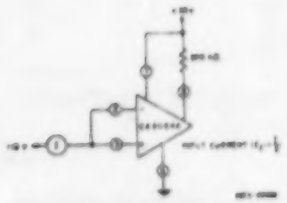


Fig. 19 – Input bias current test circuit.

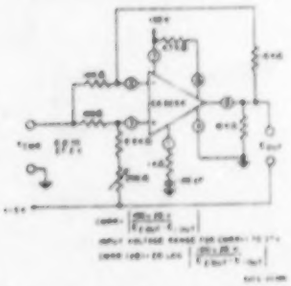


Fig. 20 – Common-mode range and rejection ratio test circuit.

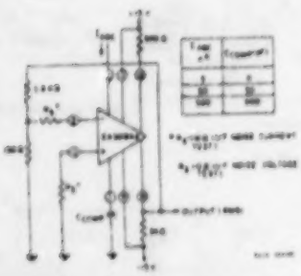


Fig. 21 – 1/f noise test circuit.

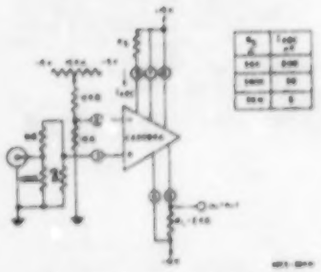


Fig. 22 – Open-loop gain vs frequency test circuit.

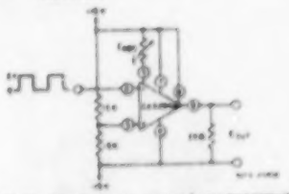


Fig. 23 – Open-loop slew rate vs I_{ABC} test circuit.

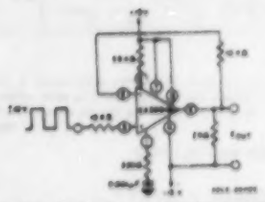


Fig. 24 – Slew rate vs. non-inverting unity gain test circuit.

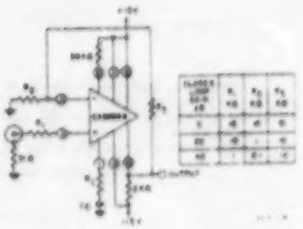


Fig. 25 – Phase compensation test circuit.

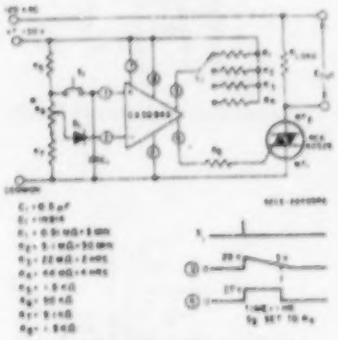


Fig. 26 – Presettable analog timer.

TYPICAL APPLICATIONS

For Additional Application Information, refer to Application Note ICAN-6048 "Some Applications of a Programmable Power/Switch Amplifier IC".

Design Considerations

The selection of the optimum amplifier bias current (I_{ABC}) depends on –

1. The Desired Sensitivity – the higher the I_{ABC}, the higher the sensitivity – i.e., a greater drive current capability at the output for a specific voltage change at the input.
2. Required Input Resistance – the lower the I_{ABC}, the higher the input resistance.

If the desired sensitivity and required input resistance are not known and are to be experimentally determined, or the anticipated equipment design is sufficiently flexible to tolerate a wide range of these parameters, it is recommended that the equipment designer begin his calculations with an I_{ABC} of 100 μA, since the CA3094 is characterized at this value of amplifier bias current.

The CA3094 is extremely versatile and can be used in a wide variety of applications.

(1) RCA Solid State, Linear Integrated Circuits.

CA3094, CA3094A, CA3094B Types

TYPICAL APPLICATIONS (Cont'd)

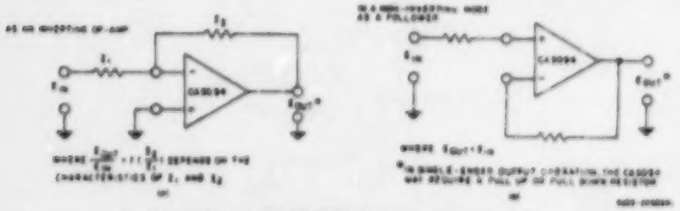


Fig.27 – Application of the CA3094: (a) as an inverting op amp, and (b) in a non-inverting mode as a follower.

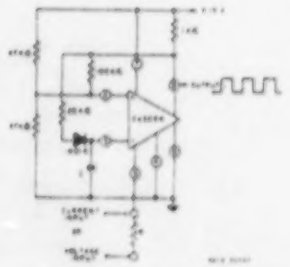
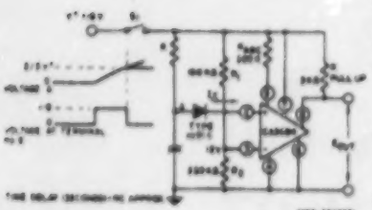


Fig.31 – Current or voltage-controlled oscillator.



Problem: To calculate the maximum value of R required to switch a 100-mA output current comparator

Given:

$I_{ABC} = 5\ \mu A$, $R_{ABC} = 3.6\ M\Omega \approx \frac{18\ V}{5\ \mu A}$

$I_1 = 500\ nA \oplus I_{ABC} = 100\ \mu A$ (from Fig.4)

$I_2 = 5\ \mu A$ can be determined by drawing a line on Fig.4 through $I_{ABC} = 100\ \mu A$ and $I_B = 500\ nA$ parallel to the typical $T_A = 25°C$ curve.

Then: $I_1 = 33\ nA \oplus I_{ABC} = 5\ \mu A$

$R_{max} = \frac{18-12\ volts}{33\ nA} = 180\ M\Omega \oplus T_A = 25°C$

$R_{max} = 180\ M\Omega \times 2/3^{*} = 120\ M\Omega \oplus T_A = -55°C$

* Ratio of I_1 at $T_A = +25°C$ to I_1 at $T_A = -55°C$ for any given value of I_{ABC}

Fig.29 – RC timer.

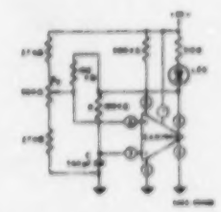
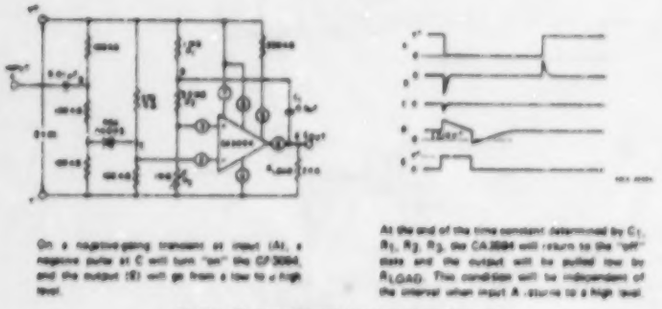


Fig.33 – Single-supply astable multivibrator.



On a negative-going transient at input (A), a negative pulse at C will turn "on" the CA3094, and the output (E) will go from a low to a high level.

At the end of the time constant determined by C_1, R_1, R_2, R_3, the CA3094 will return to the "off" state and the output will be pulled low by R_{LOAD}. This condition will be independent of the interval when input A returns to a high level.

Fig.29 – RC timer triggered by external negative pulse.

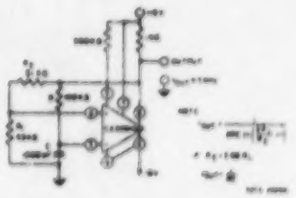


Fig.33 – Dual-supply astable multivibrator.

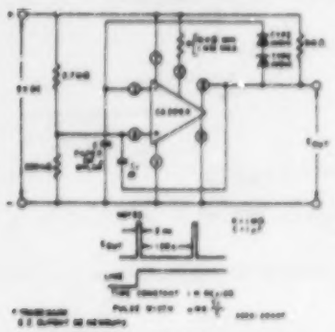
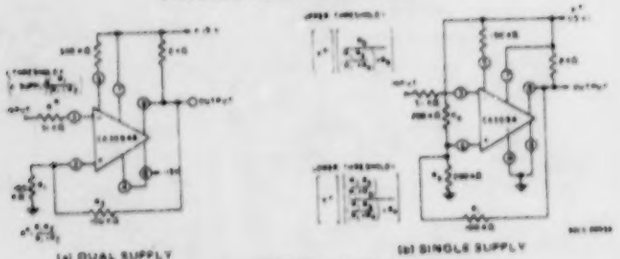


Fig.30 – Free-running pulse generator.

(1) RCA Solid State, Linear Integrated Circuits.

CA3094, CA3094A, CA3094B Types

TYPICAL APPLICATIONS (Cont'd)



(a) DUAL SUPPLY (b) SINGLE SUPPLY

Fig. 34 – Comparators (threshold detectors) – dual- and single supply types.

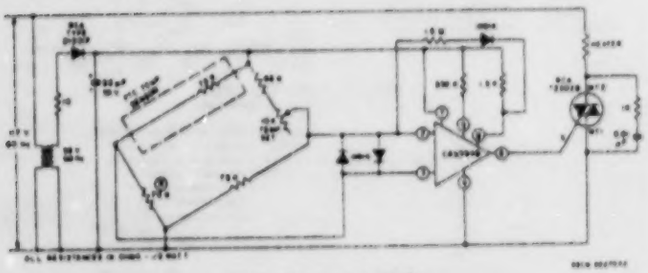


Fig. 35 – Temperature controller.

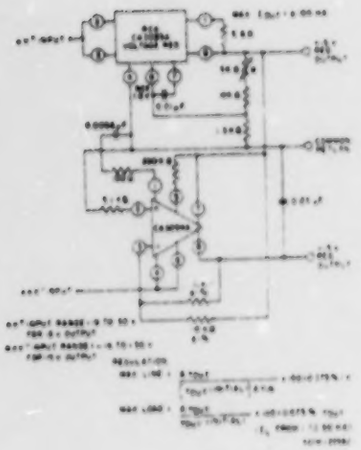


Fig. 36 – Dual-voltage tracking regulator.

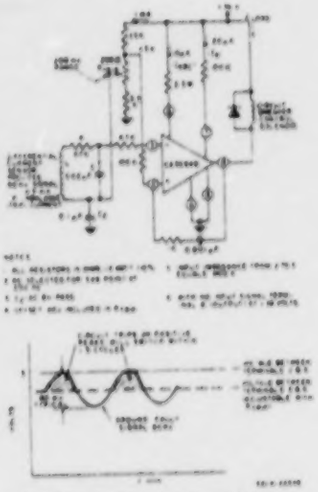
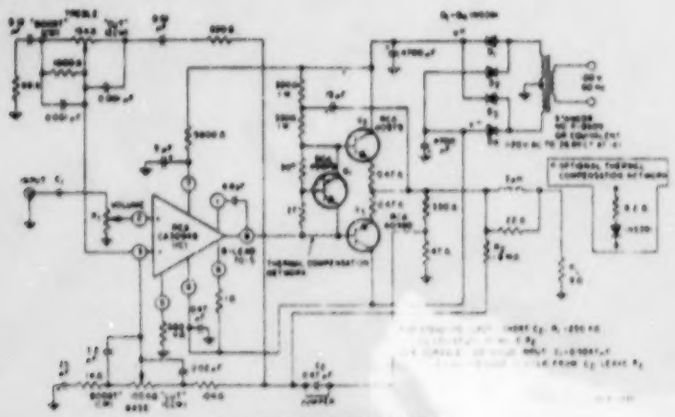


Fig. 37 – Ground fault interrupter (GFI) and waveform pertinent to ground fault detector.

(1) RCA Solid State, Linear Integrated Circuits.

CA3094, CA3094A, CA3094B Types



TYPICAL PERFORMANCE DATA
For 12-W Audio Amplifier Circuit

Power Output (8Ω load, Tone Control set at ...		
Music (at 5% THD, regulated supply)	15	W
Continuous (at 0.2% THD, 60 Hz & 7 kHz in ...		
unregulated supply) (see Fig. 8 in ICAN-6048)	12	W
Total Harmonic Distortion		
At 1 W, unregulated supply	0.05	%
At 12 W, unregulated supply	0.5†	%
Voltage Gain	90	dB
Hum and Noise (Below continuous Power Output)	83	dB
Input Resistance	250	kΩ
Tone Control Range	(see Fig. 9 in ICAN-6048)	

Fig. 36 — 12-watt amplifier circuit featuring true complementary symmetry output stage with CA3094 in driver stage.

(1) RCA Solid State, Linear Integrated Circuits.